

# KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU

## Kiinteistöautomaation oppimisympäristön esisuunnittelu

Juhani Pakanen

Sähkötekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö  
Sähkövoimatekniikka  
Insinööri(AMK)

KEMI 2011

## TIIVISTELMÄ

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Tekniikan yksikkö	
Koulutusohjelma	Sähkötekniikka
Opinnäytetyön tekijä	Juhani Pakanen
Opinnäytetyön nimi	Kiinteistöautomaation oppimisympäristön esisuunnittelu
Työn laji	Opinnäytetyö
päiväys	28.4.2011
sivumäärä	68 + 4 liitesivua
Opinnäytetyön ohjaaja	Ins. Aila Petäjäjärvi, Ins. Seppo Penttinen
Yritys	Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö
Yrityksen yhteyshenkilö/valvoja	Ins. Aila Petäjäjärvi

Opinnäytetyössä esisuunnitellaan kiinteistöautomaation oppimisympäristö Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun, Tekniikan yksikön, sähkötekniikan laboratoriotiloihin. Oppimisympäristöä ei tämän työn puitteissa päästä vielä toteuttamaan johtuen koululla olevan peruskorjaushankkeen aikatauluista. Opinnäytetyössä laaditaan dokumentaatio, jonka pohjalta oppimisympäristö kiinteistöautomaation osalta voidaan toteuttaa vuoden 2011 loppupuolella, jolloin laboratoriotilat menevät remonttiin.

Opinnäytetyö koostuu kahdesta osa-alueesta. Ensiksi perehdytään markkinoilla oleviin kiinteistöautomaatiojärjestelmiin. Tämä sisältää järjestelmien teknisten ominaisuuksien tarkastelemisen ja vertailemisen keskenään. Tarkastelussa on mukana niin suuriin kuin pieniin kiinteistöihin tarkoitettuja järjestelmiä. Esiselvitysvaiheessa tarkastellaan järjestelmien laajennettavuutta, käytettävyyttä ja muita järjestelmään liittyviä ominaisuuksia

Toisena osa-alueena on oppimisympäristökäyttöön soveltuvan järjestelmän suunnittelu. Suunnittelu sisältää järjestelmän ominaisuuksien määrittämisen, järjestelmän valinnan, sekä itse järjestelmän suunnittelemisen. Suunnittelun tuloksena syntyvän dokumentaation pohjalta on tarkoitus saada toteutettua varsinainen oppimisympäristö. Järjestelmän ominaisuuksina on valaistuksen, lämmityksen sekä tiettyjen turvaominaisuuksien toteuttaminen valittua kiinteistöautomaatiojärjestelmää käyttäen.

Oppimisympäristön järjestelmäksi valikoituu KNX-järjestelmä, jota käytetään sekä suurten että pienten kiinteistöjen kiinteistötekniisten järjestelmien ohjaukseen. KNX on avoin, valmistajariippumaton kansainvälinen kiinteistöautomaatiostandardi, jonka omistaja on KNX Association. Useat laitevalmistajat valmistavat KNX-standardin mukaisia laitteita.

Asiasanat: Kiinteistöautomaatio, KNX-järjestelmä.

## ABSTRACT

Kemi-Tornio University of Applied Sciences, Technology	
Degree Programme	Electrical Engineering
Name	Juhani Pakanen
Title	Preplanning of Learning Environment in Property Automation
Type of Study	Bachelor's Thesis
Date	28 April 2011
Pages	68 + 4 appendices
Instructors	Aila Petäjäjärvi, BScEng, (El.Eng.), Seppo Penttinen, BEng, (El.Eng.)
Company	Kemi-Tornio University of Applied Sciences, Technology
Contact Person/Supervisor from Company	Aila Petäjäjärvi, BScEng, (El.Eng.)

The purpose of the work is to preplan a learning environment of property automation for Kemi-Tornio University of Applied Sciences, Technology. The learning environment will be located in the laboratory of electrical engineering. The real implementation of the learning environment cannot be realized during this work because of ongoing renovation in the school premises. The purpose of this work is to provide documentation that gives possibility to realize learning environment at the end of 2011 when laboratory premises will be renovated.

The thesis consists of two parts. The first part is to get acquainted with building automation systems that are available in the market. This includes checking and comparing technical features of the automation systems. Systems for both wide and small buildings were screened in this work. For example usability and extensibility of systems were observed.

The second part is to plan building automation system for learning use. The plan consists of defining the wanted features of the system, choosing the system and planning the system itself. The real learning environment is aimed to be implemented based on planning documentation. The attribute of the system is to implement lighting, heating and certain security features using the chosen building automation system.

In this work KNX system was chosen for learning environment. It is able to control building automation systems of both wide and small buildings by KNX system. KNX is open and international building automation standard which is owned by KNX Association. The system is independent from manufacturer. KNX devices are made by several manufacturers.

Keywords: Building automation, KNX

## SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	I
ABSTRACT .....	II
SISÄLLYSLUETTELO.....	III
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET .....	V
1. JOHDANTO .....	1
2. KIINTEISTÖAUTOMAATIO.....	3
2.1. Sovelluksia.....	4
2.2. Hierarkkinen rakenne .....	5
2.3. Väyläratkaisut .....	8
2.4. Järjestelmän hankintaperusteita .....	9
2.4.1. Tekniset tavoitteet.....	10
2.4.2. Elinkaaritavoitteet.....	10
2.4.3. Järjestelmän valinta.....	11
2.5. Tulevaisuuden näkymiä .....	12
3. MARKKINOILLA OLEVIEN JÄRJESTELMIEN TARKASTELU.....	14
3.1. Yleiskatsaus pienkiinteistöjen järjestelmistä .....	14
3.2. Yleiskatsaus suurkiinteistöjen järjestelmistä .....	15
3.3. Siemens DESIGO.....	16
3.3.1. Rakenne ja tiedonsiirto .....	16
3.4. KNX-pohjainen järjestelmä .....	20
3.4.1. Väyläkaapeli siirtotienä.....	21
3.4.2. Radiotaajuus siirtotienä.....	23
3.4.3. Käyttöönotto.....	24
3.4.4. Liitännät muihin järjestelmiin .....	25
3.4.5. Toimilaitteet .....	26
3.5. Ouman Plus .....	28
3.5.1. Rakenne ja tiedonsiirto .....	29
3.5.2. Suunnittelu ja käyttöönotto .....	34
3.5.3. Laajennettavuus.....	35
3.6. TAC Vista .....	35
3.6.1. Open Integrated Systems for Building IT -konsepti.....	36
3.6.2. Rakenne ja tiedonsiirto .....	36
4. HANKESUUNNITTELU JA JÄRJESTELMÄN VALINTA.....	41
4.1. Kemi-Tornion AMK:n tekniikan yksikön peruskorjaushanke .....	41
4.2. Tutustuminen muiden oppilaitosten oppimisympäristöihin .....	42
4.3. Kiinteistöautomaation oppimisympäristön ominaisuuksien vaatimukset .....	43
4.4. Järjestelmätyypin valinta .....	45
5. OPPIMISYMPÄRISTÖN SUUNNITTELU .....	47
5.1. Etävalvomolaitteet.....	48
5.2. Ryhmäkeskus .....	49
5.3. Järjestelmän ohjelmointi .....	50
5.4. Ohjelmalliset toiminnot .....	52
5.5. Kenttälaitteet .....	54
5.6. Kaapelointi.....	55
5.7. Järjestelmän laajentaminen .....	56

6.	MAHDOLLISIA OPPIMISTEHTÄVIÄ.....	57
7.	YHTEENVETO .....	58
8.	LÄHDELUETTELO .....	59
9.	LIITELUETTELO.....	61

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

BACnet	Building Automation and Control Networks. Kiinteistöautomaatiokäyttöön kehitetty tiedonsiirtoprotokolla, joka on ANSI-, ISO- ja ASHRAE-standardoitu.
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance. Tietoliikenteen siirtotien varausmenetelmä.
DALI	Digital Addressable Light Interface. Digitaalinen ja osoitteellinen valaistuksenohjausväylä.
EIB	European Installation Bus. Kiinteistöautomaatiokäyttöön kehitetty väyläteknikka.
Ethernet	Pakettipohjainen lähiverkkoratkaisu
ETS	Engineering Tool Software. KNX-järjestelmän ohjelmointiin ja konfigurointiin käytettävä ohjelma.
Gateway	Yhdyskäytävä, joka sovittaa eri tiedonsiirtojärjestelmiä toisiinsa.
I/O	Input / Output
IEEE 802.3	IEEE:n standardi Ethernet-lähiverkkotekniikkaa varten.
KNX	Yhteiseurooppalainen kiinteistöautomaatiostandardi
LED	Light-Emitting Diode. Puolijohdekomponentti, joka säteilee valoa. Käytetään nykyisin energiatehokkaan valaistuksen toteuttamiseen.
LON	Local Operating Network. Tiedonsiirtoväylä, jolla voidaan liittää toisiinsa automaatiojärjestelmän antureita ja toimilaitteita.
LonTalk	LonWorks-väyläteknikan tiedonsiirtoprotokolla.
LVI	Lämpö, vesi ja ilmanvaihto
LonWorks	Amerikkalaisen Echelon Corporationin kehittämä yleiskäyttöinen väyläteknikka, niin rakennus- kuin teollisuusautomaatioon soveltuvaksi väyläratkaisuksi.
Modbus	Modiconin vuonna 1979 julkaisema sarjaliikenneprotokolla, joka mahdollistaa samaan verkkoon kytkettyjen laitteiden kommunikoinnin keskenään.
RS-232	Tiedonsiirtostandardi tiedonsiirtoon sarjamuotoisesti kahden laitteen välillä.
RS-422	Differentiaalinen sarjaväylä, johon voi liittyä useita väylälaitteita samanaikaisesti. Liikennöinti tapahtuu vuorosuuntaisesti. Sisältää yhden lähettimen ja 10 vastaanotinta.
RS-485	Differentiaalinen sarjaväylä, johon voi liittyä useita väylälaitteita samanaikaisesti. Liikennöinti tapahtuu vuorosuuntaisesti. Sisältää 32 lähetintä ja vastaanotinta.
SMI	Standard Motor Interface. Käytetään mm. kaihdin- ja auringonsuojausjärjestelmien ohjausrajapinnassa.
SMS	Short Message Service. Matkapuhelinten tekstiviestijärjestelmä.
TCP / IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol. Usean tiedonsiirtoprotokollan yhdistelmä, jota käytetään Internet-liikennöintiin.

USB

Universal Serial Bus. Yleiskäyttöinen liitântätapa tietokoneen ohjelaitteille.

## 1. JOHDANTO

Syksyllä 2010 tiedustelin Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun, Tekniikan yksikön, sähkötekniikan koulutusohjelmavastaava Aila Petäjäjärveltä mahdollisia opinnäytetyön aiheita koululta. Selvisi, että aiheita on runsaasti tarjolla johtuen koululla jo silloin käynnissä olleesta mittavasta peruskorjaushankkeesta, jonka yhteydessä myös sähkötekniikan laboratoriotilat tultaisiin uudistamaan vuosien 2011 - 2013 aikana. Useiden aiheiden joukosta kiinnostuin eniten kiinteistöautomaation oppimisympäristön suunnitteluun liittyvästä aiheesta. Tämä johtunee siitä, että olen aiemmin opiskellut tietotekniikan insinööriksi (AMK) ja toiminut ohjelmistosuunnittelijana usean vuoden ajan. Nykyiset kiinteistöautomaatiojärjestelmät ovat hyvin pitkälle tietotekniikan kanssa integroitua ja ajattelin, että mahdollisesta tietotekniikan osaamisesta voisi olla hyötyä tämän aiheen kanssa.

Kiinteistöautomaatiolla tarkoitetaan kiinteistön erilaisten toimintojen, kuten ilmanvaihdon, valaistuksen, lämmityksen, kulunvalvonnan ja turvatoimintojen automaattista ohjausta, säätöä ja valvontaa. Aikaisemmin kiinteistöautomaatiojärjestelmiä oli lähinnä suurissa kiinteistöissä, mutta nykyisin niitä on runsaasti saatavilla myös pieniin kiinteistöihin, kuten omakotitaloihin. Kiinteistöautomaatiojärjestelmän on tarkoitus luoda tiloihin ne olosuhteet ja ominaisuudet, jotka käyttäjä niille haluaa. Oikein säädetyllä kiinteistöautomaatiojärjestelmällä voidaan saavuttaa energiansäästöä sekä lisätä kiinteistön turvallisuutta. Kiinteistöautomaatiojärjestelmien hallintarajapinnan kautta on mahdollista saada erilaista raportointitietoa, jonka avulla järjestelmää voidaan optimoida entistä paremmaksi.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli alkuvaiheessa selvittää, millaisia kiinteistöautomaatiojärjestelmiä markkinoilla nykyisin on. Selvitysvaiheessa oli tarkoitus ottaa tarkempaan tarkasteluun muutamien isoimpien toimittajien järjestelmiä. Esiselvitysvaiheessa käytiin läpi sekä suurempiin kiinteistöihin, kuten toimisto-, liike- ja teollisuuskiinteistöihin tarkoitettuja että pienikiinteistöihin, kuten omakotitaloihin ja vapaa-ajan asuntoihin tarkoitettuja järjestelmiä. Järjestelmistä tarkasteltiin niiden teknisiä ominaisuuksia, eroavaisuuksia järjestelmien välillä, käyttöä, laajennettavuutta, sekä muita teknisiä seikkoja.



Työn toisessa vaiheessa tarkoituksena oli valita oppimisympäristöön tuleva järjestelmä. Ennen järjestelmän valintaa määritettiin oppimisympäristöön toteutettavan järjestelmän halutut ominaisuudet, ja sen laajuus. Tämän perusteella toteutettiin järjestelmän valinta. Valinnan pohjalta tarkoituksena oli saada aikaan dokumentaatio, jonka perusteella järjestelmään vaadittavat komponentit, kaapelit, keskukset ja muu materiaali voidaan hankkia ja sijoittaa oppimisympäristöön. Perusparannushankkeen aikatauluista johtuen työtä ei voinut tämän opinnäytetyön puitteissa saattaa käytännön toteutuksen tasolla valmiiksi.

## 2. KIINTEISTÖAUTOMAATIO

Kiinteistöautomaatiolla tarkoitetaan kiinteistön toimintojen automaattista ohjausta, säätöä ja valvontaa. Alun perin kiinteistöautomaation päätehtävänä oli ohjata suurten kiinteistöjen LVI-järjestelmiä. Nykyisin kiinteistöautomaation piiriin pyritään saamaan kaikki kiinteistön järjestelmät, kuten kulunvalvonta-, paloilmoitin-, valaistuksenohjaus-, aurinkosuoja- ja hissijärjestelmät. Kiinteistöautomaation käyttö on lisääntynyt myös pienissä kiinteistöissä, kuten omakotitaloissa.

Käytännössä kiinteistöautomaatio koostuu antureista, säätimistä, katkaisimista, keskusyksiköstä ja toimilaitteista, jotka on liitetty toisiinsa käyttäen jotakin tiedonsiirtoväylää. Antureista, katkaisimista tai säätimistä lähtevä tieto menee keskusyksikölle, joka analysoi tiedon ja lähettää ohjauskäskyn tarvittavalle toimilaitteelle. Järjestelmän minkä tahansa toimilaitteen tila tai anturitieto voidaan katsoa hallintarajapinnan kautta, joka voi olla esimerkiksi matkapuhelimella käytettävä sovellus tai Internetin kautta käytettävä WWW-sivu, joka vaatii kirjautumisen. Alla muutamia esimerkkejä kiinteistöautomaation käyttötavoista:

- Lämpötila-anturi lähettää huonekohtaisen lämpötilatiedon keskusyksikölle. Keskusyksikkö vertaa arvoa huoneeseen säädettyyn asetusarvoon ja tarvittaessa kytkee lämmityksen päälle tai pois. Keskusyksikkö voi lähettää ohjaustiedon myös huonekohtaisen ilmanvaihdon lisäämiseen tai vähentämiseen.
- Läsnaoloanturi havaitsee, ettei huoneessa ole enää ihmisiä. Anturi lähettää tiedon keskusyksikölle, joka lähettää käskyn valaistusta ohjaavalle toimilaitteelle. Toimilaitte kytkee valaistuksen pois päältä. Kun huoneeseen taas tulee ihmisiä, lähettää anturi viestin keskusyksikölle ja valaistus syttyy automaattisesti. Myös ilmanvaihdon laite voi saada käskyn pienentää ilmanvaihtoa, kun huoneessa ei ole ihmisiä.
- Sormenjälkitunnistintunnuksella varustettu ulko-ovi lähettää käyttäjän sormenjäljen perusteella tiedon sisääntulijasta automaatiojärjestelmälle. Järjestelmä avaa lukon. Samalla kiinteistöautomaatiojärjestelmään kytketty tietotekniikka saa tiedon tulijasta ja asettaa tulijan Facebook-tilaksi ökotonaö. Kiinteistöautomaatiojärjestelmään kytketyt Hifi-laitteet alkavat soittaa tulijan mielimusiikkia. Myös valaistus voidaan säätää tulijalle mieleiseksi.

Kiinteistöautomaatiojärjestelmistä on yleensä saatavissa myös kattavat raportointimahdollisuudet, joiden avulla on mahdollista seurata esimerkiksi käyttöastetta ja energiankulutusta. Raportointitiedot mahdollistavat kiinteistöautomaatiojärjestelmän säätämisen mahdollisimman sopivaksi juuri kyseessä olevaa kiinteistöä varten. Järjestelmän oikeilla säädöillä voidaan saavuttaa merkittäviä säästöjä energiankulutuksessa.

## 2.1. Sovelluksia

Kiinteistöautomaatio voi huolehtia huonekohtaisesta lämpötilasta monella eri tavalla. Perustapauksessa ohjataan ainoastaan huoneen lämmitys päälle tai pois päältä lämpötilanturin ja huonekohtaisen lämpötilan asetusarvon mukaisesti ottaen huomioon ulkotilan lämpö. Huoneeseen voidaan lisätä myös hiilidioksidianturi, jonka perusteella voidaan säätää ilmanvaihtoa sen mukaan, kuinka paljon ihmisiä huoneessa on. Lisäämällä auringon-suojajärjestelmä, kuten markiisit tai säleverhot huonekohtaisen säädön piiriin, voidaan talvella ja keväällä käyttää hyväksi ikkunan kautta tuleva auringon lämpöteho, ja vastaavasti kesällä rajoittaa sitä.

[illegible]

Varsinkin pienkiinteistöihin, kuten omakotitaloihin, myytäviin järjestelmiin on mahdollista määrittää älykkäitä tilanneohjauksia. Koti voidaan määrittää toimimaan esimerkiksi öpoisaö-tilassa siten, että sähköt katkaistaan tietyistä pisteistä, päävesiventtiili suljetaan, valaistus sammutetaan, ilmanvaihtoa pienennetään ja murtosuojaus menee päälle. Jos rakennus asetetaan öpitkään poissaö -tilaan, voidaan rakennuksen peruslämpöä alentaa ja asettaa

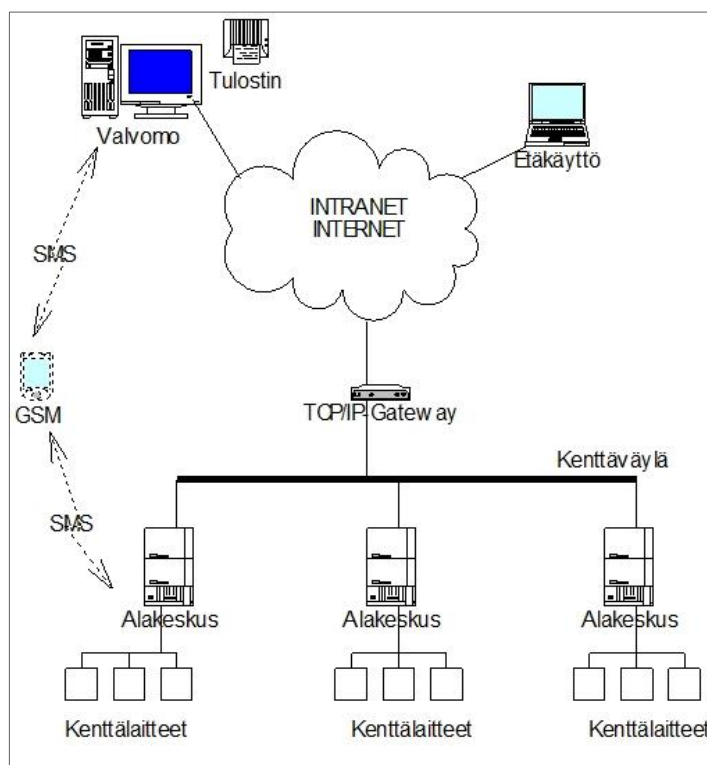
valot syttymään ja sammumaan satunnaisesti, jotta talo näyttäisi asutulta. Kun järjestelmä asetetaan ötulossa kotiinö -tilaan, lämmitys asetetaan normaaliksi, ja ilmanvaihtoa tehostetaan. Tilaohjausten muuttaminen onnistuu yleensä esimerkiksi kännykän avulla. Lisäksi järjestelmä lähettää hälytysten sattuessa ilmoituksen kiinteistön omistajan tai haltijan matkapuhelimeen tai vaikka vartiointiliikkeeseen.

## 2.2. Hierarkkinen rakenne

Kiinteistöautomaatiojärjestelmä koostuu yleensä seuraavista hierarkkisista tasoista:

1. valvomotaso
2. alakeskustaso
3. kentälaitetaso
4. väyläratkaisut.

Esimerkki hierarkkisesta rakenteesta alla olevassa kuvassa (Kuva 1).



**Kuva 1. Kiinteistöautomaatiojärjestelmän hierarkkinen rakenne**

Valvomo toimii tärkeimpänä käyttöliittymänä kiinteistöautomaatiojärjestelmään. Valvomo-ohjelmisto on yleensä tavallisella Windows-tietokoneella toimiva sovellus, tai valvomo-toimintojen käyttö voi tapahtua paikasta riippumattomasti myös Internetin kautta normaalia WWW-selainta käyttäen. Valvomotasolta voidaan suorittaa esimerkiksi seuraavia toimintoja:

- hälytysten selaaminen ja kuittaaminen
- aikaohjauksien lisääminen ja muuttaminen
- järjestelmän ja prosessien tarkastelu graafisena kaaviona
- yksittäisten anturitietojen lukeminen
- asetusarvojen muuttaminen
- trendiseuranta
- huoltoilmoitusten näyttäminen
- historiatietojen selaaminen
- raportointi.

Nykyiset ATK-verkkoratkaisut mahdollistavat useiden valvomojen liittämisen yhteen. Valvomoista saadaan ohjattua hälytykset myös esimerkiksi tekstiviestinä tai sähköpostina eteenpäin, jolloin valvomon ei tarvitse olla miehitetty. /16 s. 89., 91./

Järjestelmissä prosessin ohjaukseen liittyvät toiminnot toteutetaan yleensä alakeskustasolla. Alakeskukset sijoitetaan usein lähelle kiinteistötekniisten laitteiden keskittymiä, kuten ilmastointikonehuoneisiin, lämmönjakohuoneisiin ja sähkökeskuksiin. Kenttälaitteiden kaapelointiin liittyvät näkökohdat määräävät usein alakeskusten määrän ja sijoittelun. /16 s. 91693/

Alakeskukset yhdistetään toisiinsa valvomolaitteiston tiedonsiirtoyhteydellä. Tässä väylässä siirtyvät erilaiset mittaus-, hälytys-, ohjaus- ja säätöinformaatiot valvomon ja alakeskusten välillä. Alakeskusten tiedonvaihto keskenään on itsenäistä ja valvomo toimii lähinnä käyttöliittymänä kentän ja alakeskusten välillä. Alakeskus kykenee toimimaan myös itsenäisesti, ilman yhteyttä muihin alakeskuksiin tai valvomoon. Tiedonsiirto alakeskusten ja valvomon välillä tapahtuu nykyisin yleensä erilaisten kenttäväyläratkaisujen välityksellä. /16 s. 89./

Esimerkkinä alakeskusten välisestä tiedonsiirrosta voidaan mainita huonekohtaisen säädön liittämisen kiinteistöautomaation piiriin. Huonekohtaiset säätöyksiköt on ketjutettu toisiinsa ns. huoneväylällä. Tällöin huonesäädin on tavallaan alakeskus, jossa sijaitsevat varsinaiset säätöohjelmat. Alakeskus on kytketty kenttäväylään, jonka välityksellä se kommunikoi rakennuksen muiden alakeskusten kanssa. Huoneyksiköiden avulla voidaan säätää esimerkiksi lämmitystä, jäähdytystä ja ilmanvaihtoa. /16 s. 93./

Kenttälaitteet ovat erilaisia antureita, kytkimiä ja toimilaitteita. Ne liitetään alakeskusten tulo- ja lähtöpiireihin. Tulo- ja lähtöpiirit koostuvat analogisista ja digitaalisista tuloista ja lähdöistä. /16 s. 97/

Kosketintietoon perustuvat tilatiedot ja hälytykset liitetään alakeskukseen digitaalisten tulopisteiden avulla. Kenttälaitteen kosketin voi olla tyypiltään avautuva tai sulkeutuva. Valvontasilmukoiden jännitetaso on yleensä korkeintaan 30 V. /16 s. 97-98/

Mittausanturit liitetään alakeskuksen analogisiin tulopisteisiin. Niiden mittaussignaalit ovat yleensä lämpötilaa mitattaessa joko NTC- tai PTC-tyyppisiä vastusarvoja. Muissa tapauksissa, kuten painetta tai pitoisuutta mitatessa, ovat mittaustyyppit pääsääntöisesti 0-10 VDC viestityyppejä. /16 s. 98./

Pulssilaskentapisteitä käytetään kulutusmittareiden, kuten vesi-, energia- ja sähkömittareiden liittämiseen alakeskukseen. Toiminnan perustana on, että mittarin kosketinlähde antaa sykäyksen jokaista tiettyä kulutusmäärää kohden. Pulssit lasketaan yhteen, ja todellinen kulutusyksikkö saadaan skaalaamalla ne tietyllä kertoimella. Esimerkiksi 1 pulssi = 0,001 kWh. /16 s. 99./

Digitaalisilla lähdöillä toteutetaan erilaiset on/off-tyyppiset ohjaukset. Tällaisia voivat olla esimerkiksi valaistuksen kytkeminen päälle tai pois. Yleensä ohjaukset tapahtuvat välireleen avulla joko 24 VAC tai 240 VAC jännitteillä. /16 s. 99./

Analogisilla lähdoilla toteutetaan yleensä peltien ja venttiilien toimilaitteiden portaaton ohjaus. Tällöin alakeskuksen ohjelmiston laskemat ohjausarvot muutetaan analogiseksi jänniteviestiksi. Yleensä ohjausjännite on 0-10 tai 2-10 VDC. /16 s. 99./

### 2.3. Väyläratkaisut

Tiedonsiirto talotekniikan hajautettujen tietojärjestelmien välillä tapahtuu kenttäväylän välityksellä. Väylään kytketty laite sisältää muistia ja prosessoritoimintaa, jolla se huolehtii sovellustehtävistään ja kommunikoinnistaan muiden toimilaitteiden kanssa. Kommunikointi tapahtuu tiedonsiirtoverkon välityksellä, johon laitteet kytketään. /17 s. 1./

Tiedonsiirtoprotokolla on standardi, joka määrittelee laitteiden tai ohjelmien väliset yhteydet. Se on keskustelusäännöstö, johon liittyy keskustelukieli ja toimintalogiikka. Keskustelu tapahtuu protokollan tietoyksiköiden eli sanomien välityksellä. Sanomilla on tarkkaan määritelty syntaksi ja semantiikka. Syntaksi kertoo sanomien rakenteen ja semantiikka kertoo sanomien yhteyden toimintalogiikkaan ja palveluun. /17 s. 162/

Siirtomediat jaetaan johtimellisiin ja johtimettomiin tekniikoihin. Johtimellisiin siirtomediatoihin kuuluvat kierretyt parikaapelit, sähköverkot, koaksiaalikaapelit sekä optiset kuidut. Johtimettomiin siirtomediatoihin kuuluvat radio- ja infrapunaverkko sekä satelliitteihin perustuvat mikroaaltolinkit. /17 s. 2./

Alla on käyty läpi muutamia yleisimpiä kiinteistöautomaatiossa käytettyjä väylätekniikoita ja protokollia.

**LonWorks** on Yhdysvaltalaisen Echelon-yhtiön kehittämä väylätekniikka, joka perustuu ISO/OSI-malliin. Se käyttää tiedonsiirtoon LonTalk-protokollaa, joka on valmiiksi ohjelmoitu väylälaitteiden prosessoripiireihin. LON-väylällä voidaan liittää toisiinsa rakennusautomaation antureita ja toimilaitteita. Fyysisenä siirtotienä voi olla pari-, koaksiaali- tai valokaapeli. Lisäksi siirtotienä voi olla sähköverkko, radiotaajuus tai infrapunayhteys. Tiedonsiirtonopeudet vaihtelevat 2400 bit/s ó 1250 kbit/s riippuen käytettävästä väyläsovitti-

mesta. Kaapelointitopologia on vapaa eli väylä, tähti, rengas, puu tai niiden yhdistelmä riippuen käytetystä väyläsovittimesta. /16 s. 2476248/

**BACnet** on tiedonsiirtoprotokolla, joka on kehitetty erityisesti rakennusautomaatiokäyttöön. BACnet-verkkoon liitetyt laitteet mallinnetaan objekteina, jotka koostuvat joukosta ominaisuuksia. Objekteja ovat esimerkiksi järjestelmäpisteet, asetusarvot, aikaohjelmat ja kalenteriohjelmat. Fyysiseksi tiedonsiirtomediaksi on määritelty mm. IEEE 802.3 sekä RS-232- ja RS-485-rajapintoihin perustuvat ratkaisut. BACnet on ANSI- ja ASHREA-standardoitu, ja se kattaa kokonaisuudessaan hallinnointi-, automaatio- ja kenttätasot. Yksi BACnetin perusajatuksista on, että se ei ole riippuvainen mistään tietystä laite- tai ohjelmistoalustasta. /17 s. 13614/

**Modbus** on Modiconin vuonna 1979 julkaisema sarjaliikenneprotokolla, joka oli alun perin ohjelmoitavien logiikoiden liittämiseen tarkoitettu avoimeen arkkitehtuuriin perustuva väylä. Modbus on avoin isäntä-renki-protokolla, jossa yhteen isäntään voidaan kytkeä 247 renkiä. Tiedonsiirto tapahtuu siten, että isäntä lähettää käskyn haluamalleen renkilaitteelle palauttaa haluttu määrä dataa halutusta kohdasta rekisteriavaruutta. Tietoliikenne perustuu funktioihin, joita ovat esim. rekisterien kirjoitus- ja lukufunktiot. Fyysiseen tiedonsiirtoon käytetään RS-232-, RS-422- ja RS-485-rajapintoihin perustuvia ratkaisuita. /17 s. 15./

## 2.4. Järjestelmän hankintaperusteita

Kiinteistöautomaation merkitys kiinteistöjä omistaville organisaatiolle on kasvanut merkittävästi 1990-luvulta lähtien. Kiinteistöjärjestelmästä ohjausmahdollisuudet ja järjestelmästä saatavat tiedot ovat helpottaneet kiinteistöjen hallintaa. /16 s. 29./

Kiinteistöautomaatiojärjestelmän tavoitteet tulevat kiinteistön omistajan tai hallintaorganisaation kiinteistönpitostrategista. Yleensä kertarakennuttajalla ei ole välttämättä minkäänlaista kiinteistöstrategiaa, jolloin suunnittelija suunnittelee parhaaksi katsomansa järjestelmän, keskustellen rakennuttajan kanssa tarvittavista ominaisuuksista ja kiinteistöautomaatio-



tiojärjestelmän tasosta. Suurilla kiinteistöjen omistajilla on yleensä selvä strategia tilojen laadun ja rakennuksen ohjauksen ja valvonnan suhteen. /16 s. 30./

#### **2.4.1. Tekniset tavoitteet**

Kiinteistöautomaatiojärjestelmän teknisiä tavoitteita asetettaessa on useita huomioon otettavia asioita. Kiinteistöautomaatioprosessi, eli tiloihin ja rakennukseen haluttavat toiminnot on syytä suunnitella ennen järjestelmän valintaa. Kiinteistöautomaatiojärjestelmän vaatimukset tulevat haluttujen prosessien perusteella, eivät järjestelmätoimittajien valikoiduista järjestelmistä. /16 s. 31./

Kiinteistöautomaatiojärjestelmän on oltava rakenteeltaan selkeä ja helppokäyttöinen. Vaikeakäyttöisen järjestelmän hienoista ominaisuuksista ei ole hyötyä, jos niitä ei osata käyttää. Lisäksi järjestelmän olisi hyvä olla mahdollisimman standardoitu. /16 s. 31./

Etukäteen on syytä miettiä myös, mitä reaaliaikaista sekä historiatietoa tiloista ja rakennuksesta halutaan saada. Järjestelmän etähallittavuus ja integrointimahdollisuudet muihin järjestelmään on myös mietittävä.

#### **2.4.2. Elinkaaritavoitteet**

Kiinteistöautomaatiojärjestelmän elinkaari on noin 10 ó 15 vuotta. Se on rakennusosista yksi lyhimpiä. Nopeammin vanhenevia osia ovat lähinnä rakennuksen tietotekniset järjestelmät, kuten tietoliikenneverkot. /16 s. 31./

Elinkaariajattelulla on suuri merkitys hankittaessa rakennuksen kiinteistöautomaatiojärjestelmää. Rakennuksen energiankulutuksesta talotekniikan osuus, sisältäen lämmityksen, jäähdytyksen ilmanvaihdon ja valaistuksen, on suurin. Läsnaolo- ja olosuhdeohjaukseen perustuvalla ohjausjärjestelmällä voidaan saavuttaa suuret säästöt kiinteistöautomaatiojärjestelmän elinkaaren aikana. Esimerkiksi valaistus voidaan kytkeä pois tiloista, joissa ku-

kaan ei oleskele, ja samalla pienentää tilan ilmanvaihtoa. Jos tilat ovat pidempään tyhjinä, voidaan tilojen peruslämpöä laskea. /16 s. 31632/

Elinkaariajatteluun liittyy myös itse kiinteistöautomaatiojärjestelmän elinkaari. Järjestelmää hankittaessa on mietittävä tarkkaan seuraavia asioita:

- järjestelmätuen toimivuus
- varaosapalvelu
- yhteensopivuus järjestelmän eri sukupolvien välillä
- palveluiden hinnat
- komponenttien laatu
- päivitykset
- muuntojoustavuus
- suljettu vai avoin järjestelmä. /16 s. 32./

Lisäksi suurilla kiinteistönomistajilla tai ylläpitäjillä voi olla vaatimuksena, että järjestelmän täytyy olla vastaavanlainen ja yhteensopiva muissa kiinteistöissä jo olevan järjestelmän kanssa. /16 s. 32./

### **2.4.3. Järjestelmän valinta**

Järjestelmän valinnan ensivaiheessa yleensä pitää tehdä päätös, valitseeko DDC (Direct Digital Control) - vai avoimen järjestelmän. Kummallakin järjestelmällä on etunsa ja valinta riippuu yleensä kiinteistönomistajan ja tilojen ylläpitäjän strategioista ja rakennuksen sijainnista sekä käyttötarkoituksesta. /16 s. 34./

Yleisesti ottaen voidaan sanoa, että yksinkertaisiin rakennuksiin ja vaatimattomiin tarpeisiin on järkevämpi käyttää mahdollisimman perinteistä ja halpaa tekniikkaa. Vaatimustason kasvaessa on todennäköistä, että avoimet järjestelmät tulevat hankinta- ja ylläpitovaiheissa edullisemmiksi. /16 s. 34./

DDC-järjestelmään ei yleensä ole mahdollista liittää rakennuksen muita tietojärjestelmiä kuin rakennusautomaatio, valaistuksen ohjaukset ja erillishälytykset. DDC-järjestelmää kutsutaankin yleensä ns. suljetuksi järjestelmäksi, johon muutoksia ja päivityksiä voi tehdä vain järjestelmän toimittaja tai valtuutettu huoltoliike. /16 s. 35./

Avoin järjestelmä, kuten LON, mahdollistaa rakennuksen kaikkien tietojärjestelmien, kuten kulunvalvonta-, murtosuojaus- ja palovaroitinjärjestelmien, liittämisen samaan kiinteistöautomaatiojärjestelmään. Tällöin eri toiminnot käyttävät samaa kaapelointia ja protokollaa kommunikointiin. Avoin järjestelmä mahdollistaa yleensä myös muiden valmistajien laitteiden liittämisen järjestelmään. /16 s. 35./

Uudisrakennuksissa kiinteistöautomaatiojärjestelmä valitaan omistajan ja tulevan ylläpitäjän kiinteistöstrategian ja tilojen halutun tason mukaan. Myös laajassa rakennuksen perusparannuksessa voidaan talotekniikka uudistaa täysin, jolloin hankinta tapahtuu myös edellä mainituin perustein. /16 s. 35./

Jos pelkästään kiinteistöautomaatiojärjestelmää aletaan korjata, kannattaa selvittää ovatko toimilaitteet ja anturit vielä siinä kunnossa, että ne kestäisivät seuraavat 10 ó 15 vuotta. Yleensä ne toimivat standardoiduilla virta- ja jänniteviesteillä, joten niitä voi käyttää uusimpien alakeskusten ja valvomo-ohjelmistojen kanssa. Tällaisessa tapauksessa joudutaan uusimaan yleensä tiedonsiirtoväylä alakeskusten tai säätimen ja valvomon välissä. Lisäksi alakeskukset ja säätimet sekä valvomo ohjelmistoinen joudutaan uusimaan. /16 s. 36./

## **2.5. Tulevaisuuden näkymiä**

Kiristyvien eko- ja energiatehokkuusvaatimusten seurauksena kiinteistöautomaatioratkaisuiden tulevaisuuden kehitysnäkymät liittyvät energiansäästöön ja ns. vähälaatuisten eli matalaeksergisten energialähteiden, kuten aurinkoenergian, jätelämpöjen ja uusiutuvan energian hyödyntämiseen. Myös erilaiset hybridiratkaisut, joissa käytetään kahta tai useampaa järjestelmää rinnakkaisesti, esimerkiksi lämmitykseen tai jäähdytykseen, tulevat

lisääntymään. Energian säästöä tapahtuu myös valaistuksen puolella. Valaistuksessa siirrytään käyttämään vähemmän energiaa vieviä ratkaisuja, kuten LED-tekniikkaa. /7 s. 29630/

Langattomat sensoriverkot kehittyvät ja tulevat osaksi kiinteistöautomaatiojärjestelmää. Langattomien sensoriverkkojen etuna perinteiseen langalliseen verrattuna on niiden jälkiasennettavuuden helppous. Langattoman sensoriverkon laitteet toimivat integroituna kokonaisratkaisuna, kommunikoivat keskenään, säätyvät ja ohjautuvat ympäristön olosuhteiden mukaan huomioiden toisensa. Lisäksi langaton sensoriverkko mahdollistaa tarkan ja jatkuvan huoneistoinformaation keräämisen ja sen tallentamisen historiatietoa kokoavaan hallintajärjestelmään. Tiedonkeruun lisäksi hallintajärjestelmä analysoi kerättyä tietoa ja varmistaa järjestelmien oikean toiminnan. Plug-and-play -periaatteella asennettavat moduuloidut komponentit parantavat talotekniikan muuntojoustavuutta ja jälkiasennettavuutta. Älytalaratkaisut mukautuvine talotekniikkaratkaisuineen tulevat yleistymään. /7 s. 34./

### **3. MARKKINOILLA OLEVIEN JÄRJESTELMIEN TARKASTELU**

Erilaisten kiinteistötekniistenjärjestelmien kirjo markkinoilla on hyvin laaja. Markkinoilta löytyy ratkaisut niin suurten teollisuus- ja toimistokiinteistöjen automatisointiin kuin enenevässä määrin myös pienkiinteistöjen, kuten omakotitalojen, automatisointiin. Markkinoilla on pitkään alalla olleita toimittajia sekä myös uusia tulokkaita. Uusia tulokkaita on varsinkin pienkiinteistöjen kiinteistöautomaatiojärjestelmien toimittajissa.

Seuraavissa kappaleissa luodaan ensin yleiskatsaus markkinoilla olevista järjestelmistä. Sen jälkeen olevissa kappaleissa käydään tarkemmin läpi teknisiltä ominaisuuksiltaan neljän eri valmistajan uusimmat järjestelmät. Tarkastelussa on mukana sekä suuriin kiinteistöihin että pienkiinteistöihin tarkoitettuja järjestelmiä.

#### **3.1. Yleiskatsaus pienkiinteistöjen järjestelmistä**

Pienkiinteistöihin, kuten omakotitaloihin ja vapaa-ajan asuntoihin, on saatavissa nykyisin useammilta toimittajilta kiinteistöautomaatiojärjestelmiä. Pienkiinteistöihin tarkoitettut järjestelmät ovat hyvin pitkälle integroituja ratkaisuja. Ne sisältävät kiinteästi toiminnallisuuden älykkääseen ilmanvaihdon- ja lämmönsäätöön, valaistuksen ohjaukseen sekä erilaisille turvatoiminnoille, kuten palo-, häkä-, vesivuoto- ja murtohälytyksille. Lisäksi järjestelmiin on mahdollista asettaa erilaisia aikaohjauksia. Järjestelmät ovat pääsääntöisesti pitkälle tuoteistettuja jolloin asennus, käyttöönotto ja järjestelmän käyttö ovat helppoja.

Yleinen ominaisuus pienkiinteistöihin tarkoitetuissa järjestelmissä on älykkäät tilanneohjaukset. Asettamalla koti esimerkiksi öpoissaö-tilaan, kiinteistö siirtyy öenergiansäästötilaan, jolloin ilmanvaihtoa pienennetään, turha valaistus sammutetaan ja turvatoiminnot kytkeytyvät päälle. Hälytyksen sattuessa järjestelmä hälyttää joko tekstiviestillä tai soittamalla ennalta määritettyyn puhelinnumeroon. Tilanvaihto tapahtuu yleensä, joko erillisellä kiinteistöön sijoitetulla painikkeella, avaimenperällä tai vaikka matkapuhelimella.

Pienkiinteistöihin tarkoitettujen järjestelmien laajennusmahdollisuudet ovat usein rajallisia. Käytännössä järjestelmät sisältävät kiinteästi ne ominaisuudet, jotka niille on alun perin suunniteltu. Esimerkiksi vesivuotoilmaisim kytetään suoraan sille nimettyyn sisääntuloon ja vastaavasti päävesiventtiiliä ohjaava toimilaite kytetään juuri sille tarkoitettuun ulostuloon.

Kotikäyttöön tarkoitettuja järjestelmiä ovat esimerkiksi Strömfors IHC, Ouman Plus ja Ensto ECO601.

### **3.2. Yleiskatsaus suurkiinteistöjen järjestelmistä**

Suuriin kiinteistöihin, kuten toimisto- ja teollisuuskiinteistöihin sekä kauppakeskuksiin tarkoitetut järjestelmät ovat toiminnoiltaan ja ominaisuuksiltaan keskenään hyvin samantaisia.

Yhteisenä tekijänä nykyisillä kiinteistöautomaatiojärjestelmillä voidaan pitää sitä, että ne pyrkivät olemaan mahdollisimman avoimia ja standardoitua tekniikkaa käyttäviä. Tiedon siirtoon käytetään alakeskus- ja hallintatasolla standardoituja ratkaisuja, kuten LON-väylää tai Modbus-protokollaa. Standardoitujen ratkaisujen käyttäminen mahdollistaa joissain tapauksissa laitteiden liittämisen järjestelmään valmistajariippumattomasti.

Toisena yhteisenä tekijänä voidaan pitää, että järjestelmissä on mahdollisuus erilaisille etäkäyttöratkaisuille. Lähes kaikkiin järjestelmiin on mahdollista saada tavallista WWW-selainta käyttäen etäyhteys Internetin tai kiinteistön intranetin välityksellä. Etäkäyttö vaatii aina käyttäjän tunnistamisen esimerkiksi käyttäjänimen ja salasanan avulla. Etäyhteyden kautta on mahdollista tarkastella järjestelmän tilaa, sekä tehdä muutoksia järjestelmän asetuksiin. Etäyhteyden lisäksi järjestelmän hälytykset on mahdollista saada matkapuhelimeen tekstiviestinä.

Suuriin kiinteistöihin tarkoitettuja järjestelmiä toimittavat esimerkiksi Siemens, Schneider Electric, Fidelix, Honeywell ja Ouman.

### **3.3. Siemens DESIGO**

Siemens on yksi suurimmista toimijoista maailman talotekniikkamarkkinoilla. Yhtiö tarjoaa erilaisia ratkaisuja rakennusten automaatio-, palo ja turvajärjestelmiin sekä integroituihin talotekniikkaratkaisuihin. Myös Suomessa yhtiö on yksi kiinteistöautomaation suurimmista toimittajista. Tyypillisiä asiakasryhmiä ovat teollisuus, julkinen sektori, sairaalat, kauppakeskukset sekä vaativat erityiskohteet kuten tunnelit. /14/

Siemensin kehittämä DESIGO-rakennusautomaatiojärjestelmä on monipuolinen ja avoin järjestelmä kiinteistöjen toiminnan valvontaan ja hallintaan. Järjestelmä skaalautuu pienistä järjestelmistä hyvin laajoihin aluejärjestelmiin saakka. /15/

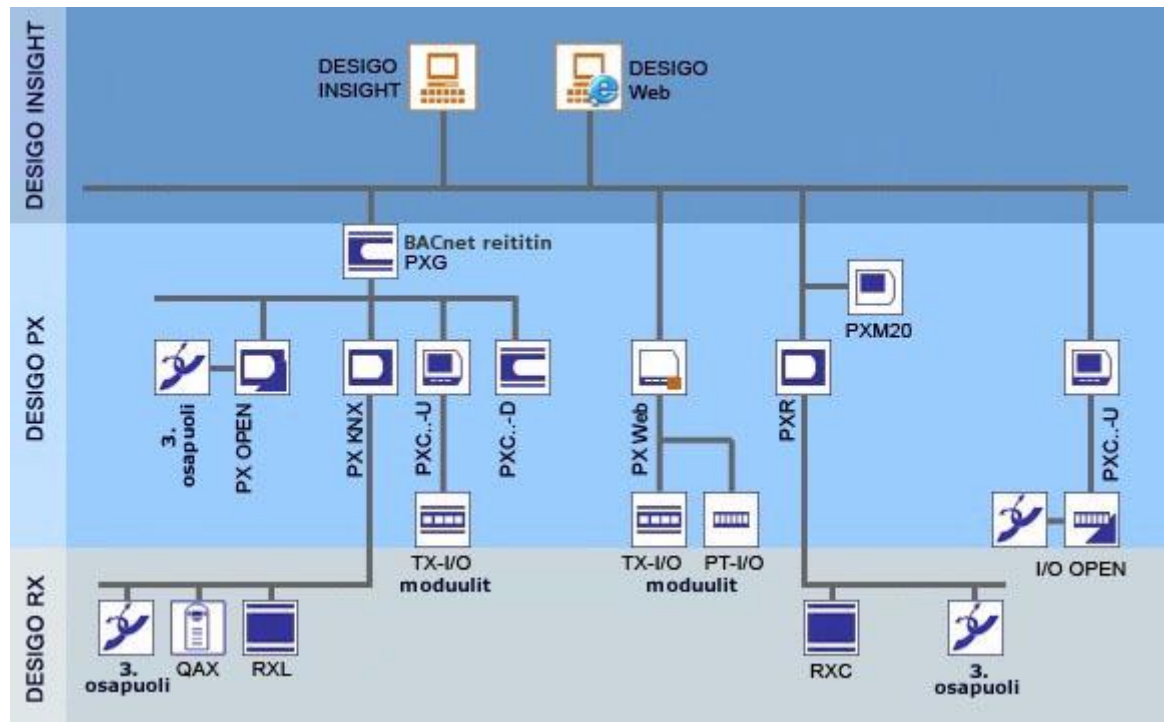
DESIGO-järjestelmän tiedonsiirron perustana ovat yleiset standardiväylät ja protokollat:

- TCP/IP
- LON
- BACnet
- KNX.

Kaikilla järjestelmän tasoilla on mahdollisuus erilaisiin integrointiratkaisuihin. Järjestelmä on lisäksi yhteensopiva Siemensin aiempien Visionik-, Unigyr- ja Integral-valvontajärjestelmien kanssa. /15/

#### **3.3.1. Rakenne ja tiedonsiirto**

DESIGO-rakennusautomaatiojärjestelmä voidaan jakaa kolmeen eri tasoon: hallintatasoon (DESIGO INSIGHT), automaatiotasoon (DESIGO PX) ja kenttätasoon (DESIGO RX). Automaatiotaso kykenee toimimaan myös itsenäisesti ilman valvontatasoa. Siemens DESIGO-järjestelmän rakenne selviää alla olevasta kuvasta (Kuva 2).



**Kuva 2. Siemens DESIGO topologia /10/**

## DESIGO INSIGHT

DESIGO INSIGHT on Siemens DESIGO-järjestelmän valvonta- ja hallintaohjelma. DESIGO INSIGHT sisältää sovellukset seuraaviin toimintoihin:

- järjestelmän valvonta, selaaminen ja manuaalinen ohjaus
- hälytysten selaamiseen ja reititys (sms, faksi, email)
- aikaohjaukset
- prosessigrafiikka
- trenditietokanta
- lokitietokanta
- raportointi.

DESIGO INSIGHT -valvontaohjelmaa voidaan käyttää joko pienen järjestelmän valvontaan tai suuren aluejärjestelmän valvontaan. Sen tiedonsiirtooperusteena käytetään BACNet-



protokollaa joko TCP/IP- tai LonTalk-verkon päällä. DESIGO INSIGHT -valvontaohjelma on yhteensopiva Siemensin aikaisempien järjestelmien kanssa. /9/

DESIGO INSIGHT Terminal server mahdollistaa hajasijoitettujen laitteiden liittämisen DESIGO INSIGHT -valvontaohjelmaan. Tällöin laitteiden liittäminen on mahdollista normaalin IP-verkon kautta, esimerkiksi rakennuksen normaalin intranetin välityksellä. Lisäksi Terminal server mahdollistaa kaukoistunnot järjestelmään esimerkiksi Internetin tai rakennuksen muun IP-verkon kautta. Terminal server -yhteyden kautta on mahdollista hallita järjestelmän kaikkia toimintoja etäyhteyden kautta. /9/

DESIGO INSIGHT web mahdollistaa automaatiojärjestelmän etäkäytön selainpohjaisena. INSIGHT web tarjoaa järjestelmän avaintietojen selailun lukemisen ja käsittelyn etäyhteydellä.

## **DESIGO PX**

DESIGO PX -automaatioyksiköt on suunniteltu ilmastointi-, lämmitys-, jäähdytys- ja muiden rakennusteknisten järjestelmien ohjaukseen ja valvontaan. PX-alakeskukset ovat vapaasti ohjelmoitavia ja voivat toimia joko itsenäisesti tai kytkettynä osaksi DESIGO INSIGHT -valvomojärjestelmään. PX-automaatioyksikköperhe koostuu kahdesta erilaisesta fyysisillä tuloilla ja lähdöillä varustetusta tuotesarjasta: ökompaktiö ja ömodulaarinenö. Tärkein ero näiden kahden välillä on niiden joustavuus datapistevalikoiman osalta. /11/

Kompakti PX -automaatioyksiköissä on mallista riippuen 12, 22, 36 tai 52 kiinteää fyysistä tuloa / lähtöä, jotka voidaan liittää suoraan kenttälaitteisiin. Tiedonsiirto tapahtuu BACnet protokollalla joko Ethernet / IP -, LonTalk- tai PTP-verkon päällä. Kompakti PX sisältää monipuoliset hallinta- ja järjestelmätoiminnot kuten hälytysten käsittely, aikaohjelmat, trendit, kaukokäyttö ja pääsuojaus. Laite tukee seuraavia ohjaustapoja: QAX - huoneyksiköt, paikalliset tai verkkoon liitettävät käyttöpäätteet sekä järjestelmä- tai Web-yhteydellä tapahtuva käyttö järjestelmäverkon kautta. /12/

Modulaarinen PX -automaatioyksiköt sisältävät tiedonsiirron ja toiminnallisuuden osalta samat ominaisuudet kun edellisessä kappaleessa mainittu kompakti PX. Erona on, että modulaarinen PX voidaan mukauttaa kaikenlaisiin laitosolosuhteisiin. Laitteen datapisteiden määrää voidaan kasvattaa lisäämällä ulkoisia I/O-moduuleita automaatioyksikön P-väylään. /13/

PX-automaatioyksiköt ohjelmoidaan käyttämällä D-MAP ohjelmointikieltä (DESIGO Modular Application Programming). D-MAP on optimoitu rakennusautomaatiosovellusten ohjelmointiin. Sovellusten ohjelmointi tapahtuu käyttäen graafista työkalua, joka perustuu lohkoihin ja toiminnallisiin yksiköihin, joita voidaan liittää yhteen. /9/

## **DESIGO RX**

DESIGO RX -huonesäätimet ja -yksiköt on tarkoitettu huoneiden yksilölliseen säätöön. RX-yksiköt voivat toimia joko itsenäisesti tai kommunikoida keskenään verkon kautta. RX-yksiköistä löytyy säätimet esimerkiksi lämmön ja ilmanvaihdon säätöön, valaistuksen säätöön, sälekaihdinten ohjaukseen jne. /9/

DESIGO RX -huonesäädinperheestä löytyy kolmenlaisella tiedonsiirtotavalla varustettuja sarjoja. DESIGO RXC käyttää tiedonsiirtoon LonWorks-protokollaa ja on LonMark-yhteensopiva. RXC-säätimiä voidaan yhdistää muiden LonMark-yhteensopivien laitteiden kanssa. DESIGO RXB käyttää tiedonsiirtoon KNX S-tyyppiä (EIB) ja on yhteensopiva muiden KNX S-tyypin varusteiden kanssa. DESIGO RXL käyttää tiedonsiirtoon alkupe-  
räistä DESIGO-väylää. DESIGO RX -huonesäädinperheestä löytyy myös joitain langattomia huoneyksiköitä, lähinnä lämpötilan mittaamiseen ja asetusarvon muuttamiseen. Näitä käytetään erillisen langattoman vastaanottimen kanssa. /9/

### 3.4. KNX-pohjainen järjestelmä

KNX on kansainvälinen valmistajariippumaton avoin kiinteistöautomaatiostandardi, jonka luoja ja omistaja on KNX Association. KNX on väyläpohjainen järjestelmä, jossa sähkötoimiset laitteet kommunikoivat väylän kautta itsenäisesti ilman keskustietokonetta. Toimilaitteet yhdistetään toisiinsa parikaapelilla, josta ne saavat myös käyttöjännitteensä. KNX-tuotteilla voidaan ohjata esimerkiksi valaistusta, lämmitystä, ilmastointia, hälytysjärjestelmiä, AV-järjestelmiä, kodinkoneita sekä energian kulutusta. /3/

Alla olevan kuvan (Kuva 3) mukainen KNX-tavaramerkki takaa eri valmistajien komponenttien ongelmattoman yhdistämisen ja laadukkuuden. KNX-yhteensopivia tuotteita toimittavat esimerkiksi ABB, DSJ Automation, Gycom, Merilux, Scheider Electric, Somfy, UTU Powel ja Wago. /4/



**Kuva 3. KNX-tavaramerkki /4/**

KNX:n perustana käytetään EIB-väylätekniikkaa (European Installation Bus), joka kehitettiin 1990-luvun alussa sähköasennusten turvallisuuteen, joustavuuteen ja mukavuuteen asetettujen suurempien vaatimusten johdosta. /3 s. 10/

KNX-järjestelmässä on mahdollista käyttää kolmea tiedonsiirtoväylää:

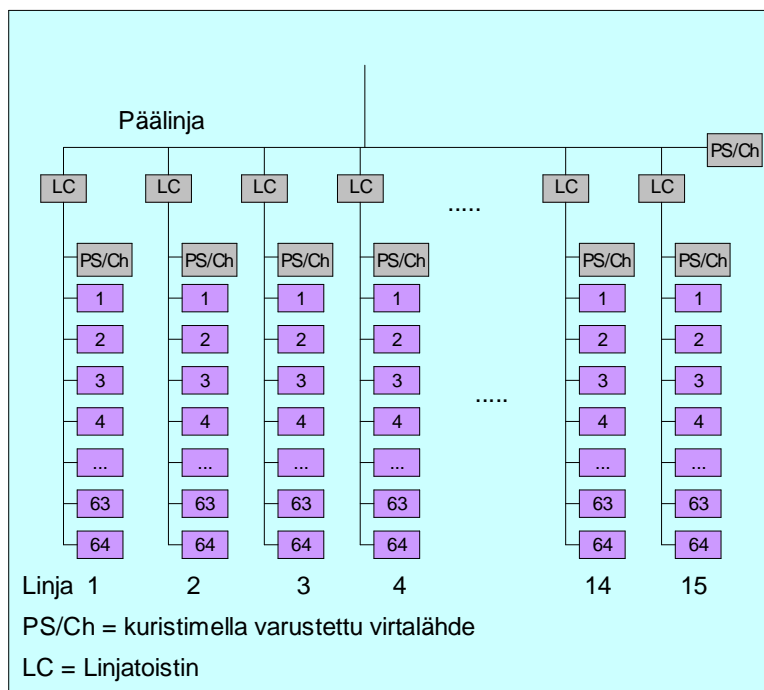
- väyläkaapeli
- sähköverkko
- radioverkko.

Yleisin tiedonsiirtoväylä on väyläkaapeli. Tiedonsiirto 230 V:n sähköverkon kautta on yleisesti käytössä vain Saksassa. /3 s. 25./

### 3.4.1. Väyläkaapeli siirtotienä

Käytettäessä väyläkaapelia KNX-järjestelmän siirtotienä koostuu järjestelmän hierarkkinen rakenne linjoista ja alueista. Linja on KNX-järjestelmän pienin asennusyksikkö. Se muodostuu enintään neljästä linjasegmentistä, ja yhteen linjaan voidaan kytkeä maksimissaan 64 laitetta. Yhteen linjaan kytkettyjen laitteiden lopullinen kokonaismäärä riippuu valitusta virtälähteestä sekä laitteiden virrankulutuksesta. /3 s. 25626/

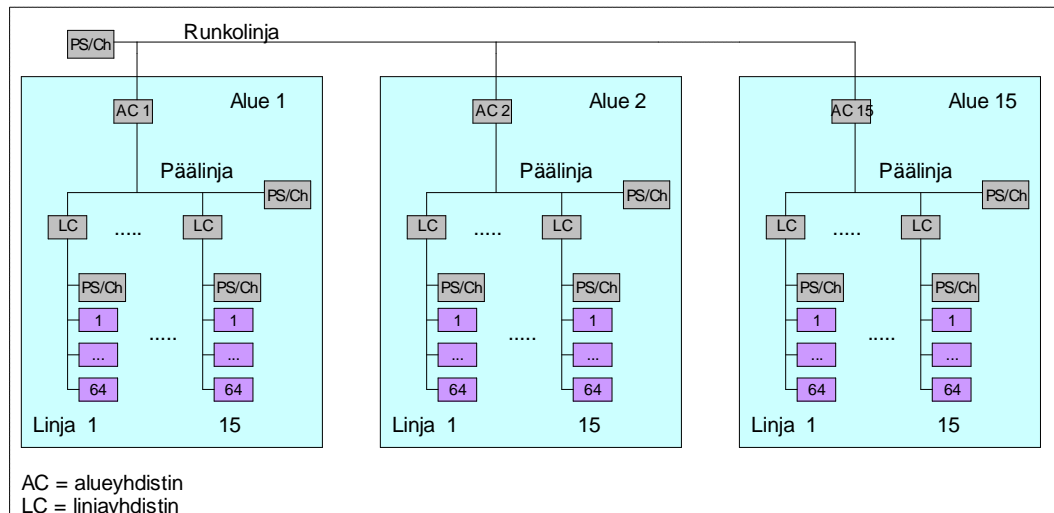
Alue voidaan muodostaa kytkemällä useampia linjoja päälinjaan linjayhdistimen kautta. Yhteen päälinjaan voidaan kytkeä jopa 15 linjaa ja yhteensä 64 laitetta. Päälinjaan kytkettyjen laitteiden enimmäismäärää vähennetään kytkettyjen linjayhdistimien määrällä. Päälinjassa täytyy olla oma kuristimella varustettu virtalähde. Alla olevasta kuvasta (Kuva 4) ilmenee KNX-alueen topologia. /3 s. 27./



**Kuva 4. KNX-alueen topologia /3/**

KNX-alueita voidaan yhdistää runkolinjan kautta käyttäen alueyhdistimiä. Runkolinja on varustettu omalla virtälähteellä, kuten alueen päälinja. Alueita voi olla KNX-järjestelmässä

15. Maksimissaan KNX-järjestelmässä voi näin ollen olla yli 58000 laitetta. Alla olevasta kuvasta (Kuva 5) ilmenee KNX-järjestelmän topologia. /3 s. 27628/



**Kuva 5. KNX-topologia /3/**

Linjatoistimet, linjayhdistimet ja alueyhdistimet ovat identtisiä laitteita. Suoritettava tehtävä määräytyy sijoittelusta topologiassa. /3 s. 28./

Väylälaitteiden väliset kytkentäkäskyt, signaalit ja muut tiedot välittyvät sanomien kautta. Impulssien tuottamista ja vastaanottamista koskeva siirtoteknologia on suunniteltu siten, että väylälinja ei vaadi impedanssisovitusta. Tiedot siirtyvät väyläkaapelissa symmetrisesti. Tiedonsiirtonopeus on 9600 bittiä/s ja keskimääräinen sanoman lähettämiseen ja vastaanottamiseen kuluva aika on n. 25 ms. /3 s. 29./

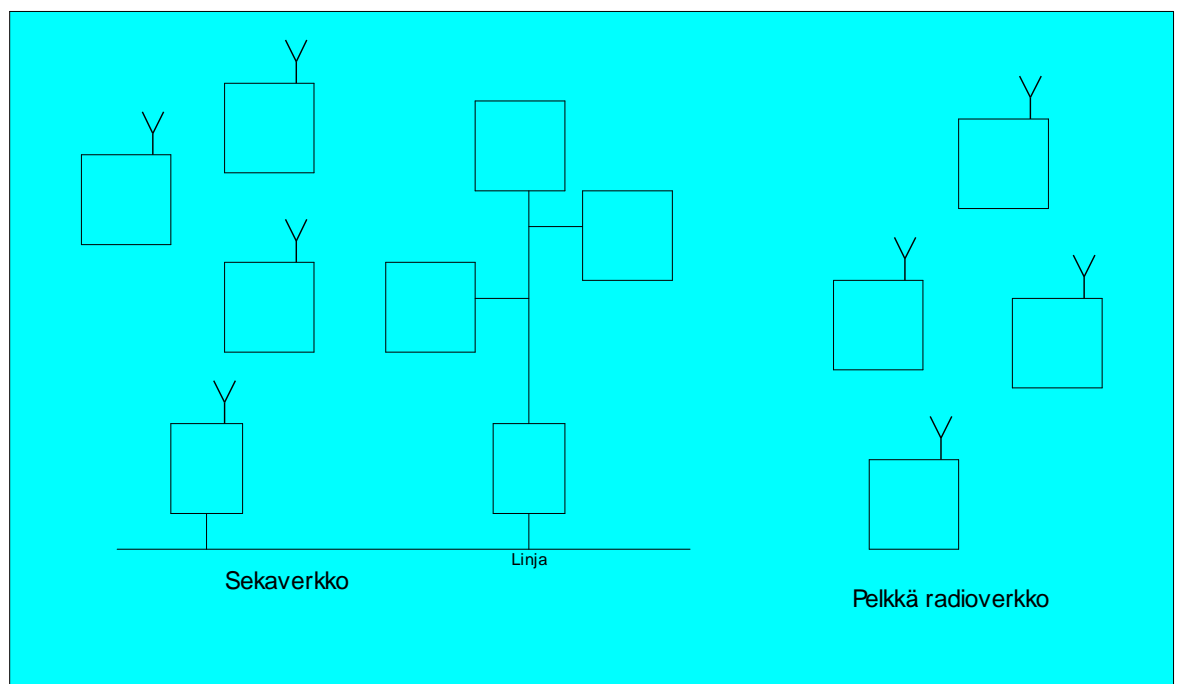
Väylälaitteiden välinen tiedonvaihto on tapahtumaohjattu. Yksittäiset tiedot siirtyvät väylälinjassa sarjoittain eli peräkkäin. Näin ollen linjassa on vain yksi tieto kerrallaan. KNX-väylässä käytetään luotettavuussyistä hajautettua väyläyhteyksimenetelmää CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance). Se on varausmenetelmä, jolla useat lähettävät laitteet jakavat samaa siirtotietä. Menetelmä perustuu törmäyksien havaitsemiseen, lähettämällä siirtotien varaava signaali ennen varsinaisen datan lähettämistä. /3 s. 29./

### 3.4.2. Radiotaajuus siirtotienä

Tiedonsiirto radioverkon kautta tapahtuu KNX-järjestelmässä 868 MHz:n taajuudella. Käytettäessä radioverkkoa siirtotienä, ei KNX-järjestelmän laitteita tarvitse asentaa mihinkään hierarkkiseen järjestykseen. Laitteet voidaan asentaa mihin tahansa, ja jokainen laite voi kommunikoida keskenään radiosignaalin kantama huomioon ottaen. KNX-radioverkon laitteet lähettävät sarjanumeronsa laitetunnuksena sanoman mukana, jolloin viereisten KNX-radioverkon laitteet eivät häiritse oman verkon laitteita. /3 s. 40./

Rakennusten seinät, katot, lattiat ja muut fyysiset esteet rajoittavat signaalin kantomatkaa. Sitä voidaan vahvistaa välivahvistimilla, jotka vahvistavat ja lähettävät vastaanotetun signaalin edelleen. /3 s. 40./

KNX-järjestelmässä tiedonsiirtoväylä voi koostua joko pelkästä radioverkosta tai radioverkon ja jonkin muun tiedonsiirtoväylän yhdistelmästä, kuten väyläkaapelista. Tällöin käytetään mediakytkintä, joka kykenee siirtämään sanomat radioverkosta väyläkaapeliin ja toisin päin. Alla olevasta kuvasta (Kuva 6) ilmenee KNX-radioverkon topologia. /3 s. 40/



**Kuva 6. KNX-radioverkon topologia /3/**

KNX-radioverkon laitteisiin on suunniteltu yksisuuntainen tai kaksisuuntainen radiolähetys niiden toiminnan ja käytön mukaan. Yksisuuntaiset laitteet joko lähettävät tai vastaanottavat sanomia. Yleensä ne ovat akkukäyttöisiä tunnistimia tai antureita, jotka lähettävät tietoa tai toimilaitteita, jotka vastaanottavat sanomia. Kaksisuuntaiset laitteet voivat olla samanaikaisesti sekä toimilaitteita, että antureita. /3 s. 45./

### 3.4.3. Käyttöönotto

KNX-järjestelmässä on kolme erilaista käyttöönottotilaa:

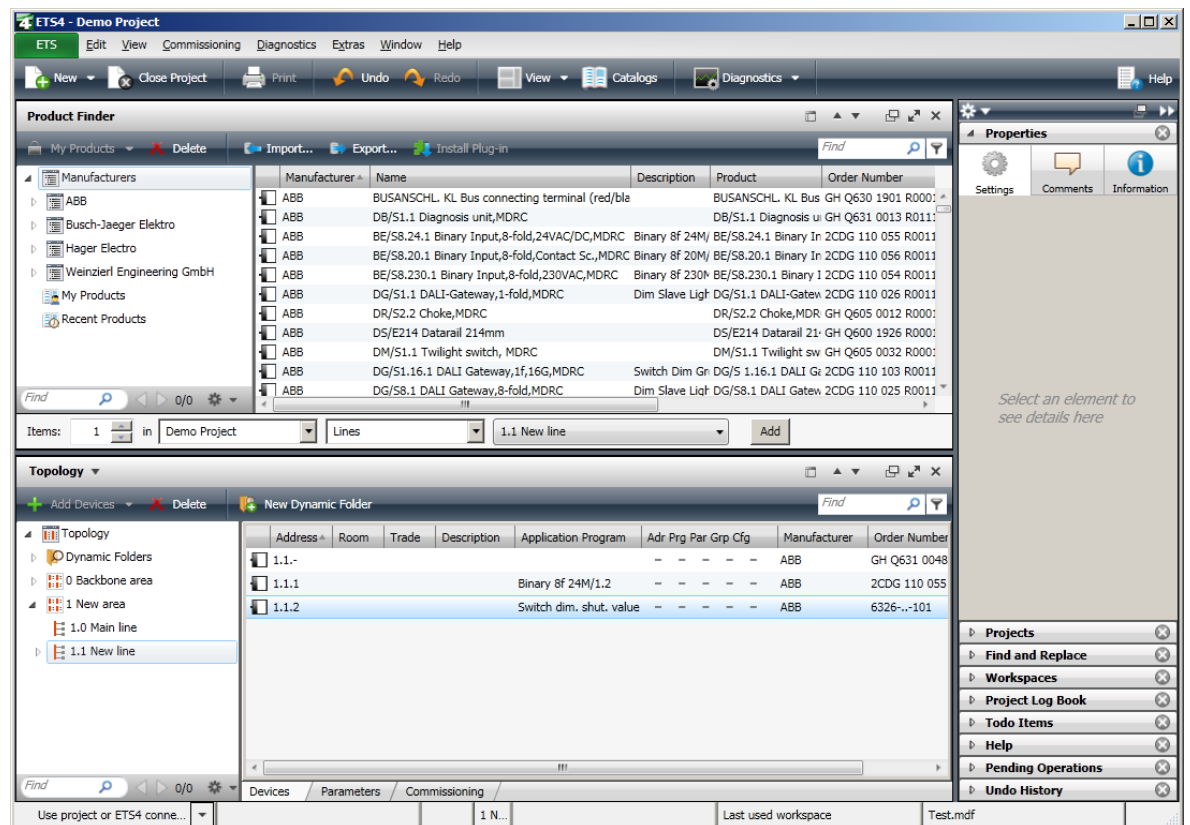
- A-tila
- E-tila
- S-tila.

Kullakin tilalla on omat erikoisominaisuutensa, jotka perustuvat, toiminta-alaan, käyttöönottoon, aseteltavuuteen ja käyttäjäryhmään. /3 s. 59./

KNX A-tila on automaattitila ja se on yksinkertaisin käyttöönottotila. Sitä käytetään silloin, kun toiminnot on selkeästi määrätty ja ainoastaan käyttäjäasetukset täytyy asettaa. Peruskäyttöönotto tehdään automaattisesti, kun laite on kytketty siirtotiehen. A-käyttöönottotila on tarkoitettu erityisesti loppukäyttäjille. /3 s. 60./

KNX E-tila on helppokäyttötila. E-tilassa käyttöönotto suoritetaan keskusohjaimen, koodipyörän tai KNX-tuotteissa olevien painikkeiden avulla. Järjestelmään liitetty ohjain voidaan poistaa järjestelmästä käyttöönoton jälkeen, jos sillä ei ole mitään tehtävää järjestelmässä. Markkinoilla on myös langattomia ohjaimia, joilla käyttöönotto voidaan tehdä. Nämä työkalut liitetään järjestelmään mediakytkimen kautta. E-tila on ylöspäin yhteensopiva S-tilan kanssa. E-tila on tarkoitettu perustunteumuksen omaaville henkilöille. /3 s. 60./

KNX S-tilassa (järjestelmätila) järjestelmän projektisuunnittelu ja käyttöönotto toteutetaan tietokoneella käyttäen ETS 3 tai uudempaa ETS 4 -ohjelmaa (Kuva 7). S-tila kattaa asennukset pienistä ja yksinkertaisista järjestelmistä suuriin rakennuskomplekseihin, joissa on laajat toiminnot. S-tila on tarkoitettu ammattilaisille. /3 s. 60./



**Kuva 7. ETS4-suunnitteluohjelma**

### 3.4.4. Liitännät muihin järjestelmiin

KNX-järjestelmä voidaan liittää osaksi muita kiinteistöautomaatiojärjestelmiä. Liitäntöjä on saatavissa tähän tarkoitukseen useilta valmistajilta. Liitäntöjen kautta on mahdollista tehdä toimintoja, kuten lukea ja näyttää KNX-laitteiden tiloja, muuttaa järjestelmän asetusarvoja sekä laukaista kytkentätoimintoja KNX-asennuksessa. /3 s. 127./

KNX-järjestelmä voidaan liittää yhteen muun muassa seuraavien järjestelmien kanssa:

- BACnet
- DALI
- Internet ja IP-verkko
- SMI
- Tietotekniikka (sähköpostin ja tekstiviestin lähetykset, ohjaus). /3 s. 127-130/



### 3.4.5. Toimilaitteet

Kuten edellä on mainittu, KNX-järjestelmä vaatii toimiakseen virtalähteen, joka syöttää käyttöjännitteen KNX-väylän laitteille. Ylensä virtalähde sijoitetaan pää- tai ryhmäkeskukseen. Virtalähteen antama väyläjännite on 30 VDC ja ulostulovirrat ovat tyypillisesti 320mA ja 640mA. Virtalähteitä on saatavissa myös UPS-ominisuudella, jolloin väylä toimii jonkin aikaa myös sähkökatkoksen sattuessa. /1/

Alle 64 toimilaitteen järjestelmissä virtalähde on ainoa pakollinen järjestelmäkomponentti. Suuremmissa järjestelmissä tarvitaan linja- ja alueyhdistäjiä, joita käytetään KNX-topologian eri alueiden yhdistämiseen toisiinsa. /3/

Muita järjestelmäkomponentteja ovat esimerkiksi logiikka- ja kelloyksiköt. Logiikkayksiköillä voidaan toteuttaa esimerkiksi valaistustilanteiden aktivointi ja tallennus sekä osoitteiden looginen yhdistäminen. Kelloyksiköillä voidaan toteuttaa erilaiset aikaperustaiset ohjaukset, kuten auton lämmityksen ohjaus. /1/

Monet KNX-järjestelmään liitettävät laitteet, kuten painonapit, liike- ja läsnäoloilmaisimet, huonetermostaatit jne. tarvitsevat erillisen väyläliitännän (Kuva 8) tai I/O-yksikön. Väyläliitännäyksikkö on standardikojerasiaan asennettava moduuli, jonka avulla laite saadaan liitettyä KNX-väylään. Väyläliitännäyksikössä on terminaalit väylän ja liitettävän laitteen liittämiseksi yksikköön. I/O-yksikköön voidaan liittää potentiaalivapailla koskettimilla varustettu kytkin tai painike. Myös se voidaan asentaa standardikojerasiaan tai DIN-kiskoon. /1/



**Kuva 8. Väyläliitännäyksikkö /1/**

KNX-järjestelmän vastaanotinyksiköt mahdollistavat analogisen tai digitaalisen signaalitiedon tuomisen järjestelmään. Analogiavastaanottimet kykenevät ottamaan vastaan virta- ja jännitetietoja. Virta-arvot ovat tyypillisesti 0-20 mA ja jännitteet 0-1 V, 0-5 V tai 0-10 V. Analogiavastaanottimissa on yleensä 2 tai 4 kanavaa mallista riippuen, ja ne ovat asennettavissa joko pintaan tai DIN-kiskoon. /1/

Binäärivastaanottimia käytetään kosketintiedon vastaanottamiseen. Kanavamäärä binäärivastaanottimissa on tyypillisesti 2, 4 tai 8. Binäärivastaanotin voidaan asentaa koteloon, asennuslevyyn tai DIN-kiskoon. Binäärivastaanottimet kykenevät vastaanottamaan tyypillisesti 230 V, 24 V tai potentiaalivapaan 32 V jännitetiedon. /1/

Kytkeyksiköitä käytetään syöttämään sähkövirta haluttuun pisteeseen, esimerkiksi valaistusr ryhmälle. Toimintaperiaatteeltaan kytkinyksikkö on kuin tavallinen rele. Ohjauskäsky tulee vaan väylästä. Kytkinyksikkötyypit eroavat toisistaan kanavamäärien ja nimellisvirtojen suhteen. Yksiköt ovat asennettavissa kojerasiaan, koteloon, valaisimeen, asennuslevylle tai DIN-kiskoon. Kytkinyksiköissä voi olla erilaisia lisätoimintoja, kuten sytytys- ja sammutusviiveet, logiikkaohjaus, virranmittaus ja porrasvaloautomaatti. Jokaista kanavaa varten tuodaan kytkinyksikköön oma sähkönsyöttö. /1/



**Kuva 9. 8-kanavainen kytkinyksikkö /1/**

KNX-toimilaitteita löytyy lisäksi lämmitykseen, jäähdytykseen, ilmanvaihtoon, valaistukseen ja verhomoottorien ohjaukseen. Lämmityksen ohjaukseen on omat toimilaitteet sekä

sähkö- että nestekiertoista lämmitystä varten. Valaistukseen on saatavissa valonsäätimiä ja tunnistimia, joita voidaan käyttää esimerkiksi vakiovalo-ohjaukseen.

Asennuskalusteita, kuten painonapit, TFT-näytöt jne., on saatavilla usealta eri laitevalmistajalta. Kalusteita on saatavilla erilaisilla ulkonäöillä ja ominaisuuksilla varustettuna. Esimerkiksi painonappi voi sisältää huonetermostaatin, infrapunavastaanottimen ja LCD-näytön. Painonapit ja huonetermostaatit ja muut asennuskalusteet kytketään yleensä väyläliitäntäyksikköön.



**Kuva 10. Esimerkki painonappien ja huonetermostaatin yhdistelmistä /1/**

### 3.5. Ouman Plus

Ouman Oy on vuonna 1988 perustettu pohjoissuomalainen kiinteistöautomaatiota suunnitteleva ja valmistava yritys. Yrityksen toiminta on lähtenyt liikkeelle omakotitalon lämmönsäätimen kehittämisestä ja laajentunut kattamaan kaikenlaisien ilmastointiratkaisuiden säätöjärjestelmien sekä muiden kiinteistön valvonta- ja ohjausjärjestelmien kehittämisen. Yrityksellä on lämmönsäädön markkinajohtajuus Suomessa. /5/

Ouman Plus järjestelmä on vuoden 2010 uutuus. Se on integroitu, etäohjattava kotiautomaatiojärjestelmä, joka yhdistää lämmityksen, ilmanvaihdon, turvatekniikan ja muut talotekniset ohjaukset sekä säädöt yhdeksi kokonaisuudeksi. Järjestelmä toimii automaattisesti

kodin eri tilanteiden mukaan. Ouman Plus -järjestelmän tiedonsiirron perustana ovat analogiset ja digitaaliset tulot ja lähdöt sekä Modbus-väylä. /6/

### 3.5.1. Rakenne ja tiedonsiirto

Seuraavissa kappaleissa käydään tarkemmin läpi Ouman Plus -järjestelmän rakenne ja sen tekniset ominaisuudet. Lisäksi käydään läpi järjestelmällä toteutettavissa olevat toiminnallisuudet.

## Ohjauskeskus

Ouman Plus -keskus on koteloitu ratkaisu, joka sisältää valmiiksi asennettuna Ouman Plus -keskussyksikön, akkuvarmennus- / teholähteyksikön sekä GSM-modeemin. Järjestelmään kuuluu lisäksi sähköpääkeskukseen asennettava pistokeliitäntäinen releyksikkö sekä irrotettava käyttöpaneeli, joka voidaan asentaa haluttuun paikkaan. /6/

Ouman Plus -keskuksessa on 16 universaalituloa ja 2 digitaalista tuloa, joihin kytketään kiinteästi taulukossa 1 olevat laitteet. /6/

**Taulukko 1. Ouman Plus mittaustulot /6/**

Mittaustulot	Kytkevä mittaus	Mitattava tieto
UI 1	Ulkolämpötila-anturi	Lämpötila
UI 2	Lux-anturi / hämärekytkin	Valoisuus
UI 3	L1 menovesi	Lämpötila
UI 4	L2 menovesi	Lämpötila
UI 5	LV Menovesi	Lämpötila
UI 6	LV kiertovesi (ennakointi)	Lämpötila
UI 7	Kuorivalvontasilmukka	Kiinni / auki / vika
UI 8	Tilavalvontasilmukka	Kiinni / auki vika

UI 9	Teippianturi (vesivuoto)	Kuiva / märkä
UI 10	Häkävalvontasilmukka	Kiinni / auki / vika
UI 11	Palovalvontasilmukka	Kiinni / auki / vika
UI 12	Murtovalvonnan koodiohisulkija	Auki / kiinni
UI 13	Yö / pitkään poissa painika	Pois / päällä
UI 14	Autolämmityksen käsikytin	Pois / päällä
UI 15	Yleishälytys	Pois / päällä
UI 16	Veden kulutus	Pulssi
DI 1	Sähkön kulutus	Pulssi
DI 2	Lämmön kulutus	Pulssi

Keskuksessa on viisi kappaletta analogisia lähtöjä (0 ó 10V) ja kymmenen kappaletta digitaalisia lähtöjä, jotka on kytketty kiinteästi alla olevan taulukon (Taulukko 2) osoittamiin toimintoihin.

**Taulukko 2. Ouman Plus lähdöt /6/**

Analogiset lähdöt	Toiminto	Lähtevä tieto
AO 1	L1 Moottorin ohjaus	Venttiilin asento
AO 2	L2 Moottorin ohjaus	Venttiilin asento
AO 3	LV Moottorin ohjaus	Venttiilin asento
AO 4	IV Tehon ohjaus	IV laitteen teho
AO 5	Murtovalvonnan tilan indikointi	Pois / Päällä
<b>Digitaaliset lähdöt</b>		
TR 1	IV-tehonrajoitus	Pois / päällä
TR 2	Autolämmitys	Pois / päällä
TR 3	Lämmönpudotuksen ohjaus	Pois / päällä
TR 4	Valaistus 1	Pois / päällä
R1	Päävesiventtiili	Auki / kiinni
R2	Summahälytys	Pois / päällä
R3	Sireeni	Pois / päällä

R4	Valaistus 2	Pois / päällä
R5	Sähköryhmä 1	Pois / päällä
R6	Sähköryhmä 2	Pois / päällä

Lisäksi keskuksessa on viisi kappaletta 24 VAC ja kaksi kappaletta 15 VDC käyttöjännitelähtöjä. Keskuksessa on myös tiedonsiirtoliitäntöjä seuraavasti: kolme kappaletta RS-486 (Modbus) -liitäntöjä sekä USB- ja Ethernet-liitännät. /6/

Ouman Plus -keskukseen liitetyn käyttöpaneelin (Kuva 11) avulla voidaan suorittaa muun muassa järjestelmän eri asetusten muuttaminen sekä aika- ja tilanneohjausten luominen. Käyttöpaneeli voidaan sijoittaa mihin tahansa sisätiloihin ja se liitetään ohjauskeskukseen RJ-45 -kaapeloinnilla. Käyttöpaneelin näytöltä voidaan lukea hälytykset sekä järjestelmään liitettyjen toimintojen tilat. Näytölle on mahdollista saada lisäksi veden, sähkön ja lämmön kulutustiedot. /6/



**Kuva 11. Ouman Plus käyttöpaneeli /5/**

## Huoneyksiköt

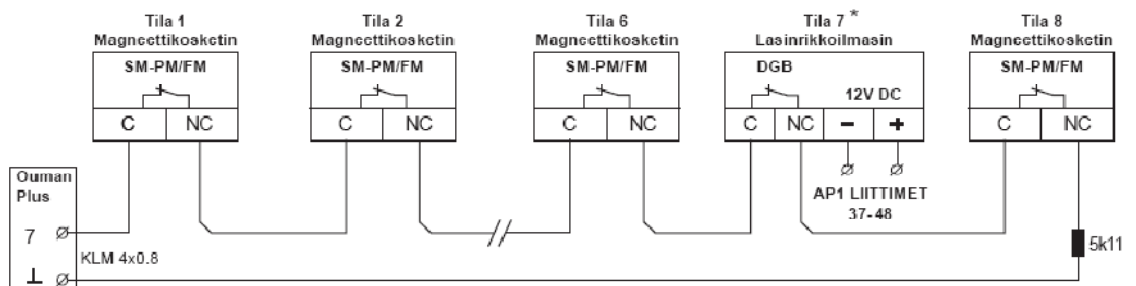
Ouman TCR-10 on älykäs huoneyksikkö, joka on kehitetty toimimaan Ouman Plus -kotiautomaatiojärjestelmän kanssa. Huoneyksikön avulla voi seurata ja ohjata huonekohtaista lämpötilaa, sekä muuttaa huonelämpötilan önormaalilämpö-asetusarvoa. Huoneyksiköllä pystyy lisäksi vaihtamaan kodin tilanneohjauksen öYö-tilaan sekä pystyy tekemään ilmanvaihdon tehostamisen. /6/

Ouman Plus -järjestelmään voidaan liittää maksimissaan kahdeksan kappaletta Ouman TCR-10 -huoneyksiköitä. Huoneyksiköt liitetään Modbus-väylään. Jos huoneyksiköitä halutaan käyttää huonekohtaisen lämpötilan säätämiseen, täytyy Ouman Plus -järjestelmään liittää lisävarusteena saatava I/O-laajennusyksikkö. Laajennusyksikön rele 1 kytketään ohjaamaan sen huoneen lämmitystä, jonka Modbus-osoite on 1. Samalla periaatteella kytketään releet 2-8 osoitteisiin 2-8. /6/

## Turvatoiminnot

Ouman Plus -järjestelmän turvatoimintoihin kuuluu murto-, palo- häkä- ja vesivuotovalvonta, sekä valittujen sähköryhmien tekeminen sähköttömäksi silloin, kun ollaan poissa kotoa. /6/

Ouman Plus -järjestelmässä on käytössä kahdenlaisia murtohälytyssilmukoita: kuori- ja tilavalvontasilmukat. Niihin on mahdollista kytkeä erilaisia tunnistimia. Kuorivalvonta (Kuva 12) perustuu oviin asennettuihin ovikytkimiin ja ikkunoiden lasinrikkoilmaisimiin. Tilavalvonta perustuu liikeilmaisimiin. Kun kuori- tai tilavalvontasilmukassa viimeiseen tunnistimeen on kytketty 5k11 ohmin päätevastus, saadaan laitteelta vikahälytys silmukan ollessa oikosulussa tai poikki. Molemmissa silmukoissa voidaan kytkeä maksimissaan kahdeksan ilmaisinta sarjaan. Murtohälytyssilmukka kytketään sille varattuun kiinteään kytkentäpaikkaan Ouman Plus -keskukseen. /6/



**Kuva 12. Ouman Plus kuorivalvontasilmukka /6/**

Ouman Plus -järjestelmään voidaan liittää useita paloilmaisimia silmukkaan. Jos palohälytys aktivoituu, järjestelmä ohjaa ilmanvaihtokoneen pois päältä ja avaa päävesiventtiilin, jos se on kiinni. Palovalvontasilmukasta saadaan vikatieto kytkemällä siihen päätevastus. Palovalvonta silmukka kytketään sille varattuun kiinteään kytkentäpaikkaan Ouman Plus -keskukseen. /6/

Järjestelmään voidaan liittää useita häkäilmaisimia. Häkähälytyksen aktivoituttua häkäilmaisinsilmaisin hälyttää ja Ouman Plus ohjaa ilmastoinnin maksimiteholle. Myös häkäilmaisinsilmukka kytketään sille varattuun kiinteään kytkentäpaikkaan keskukseen. /6/

Ouman Plus -järjestelmän vesivuotovalvonta perustuu teippiantureihin, jotka tunnistavat veden. Teippianturin tunnistessa veden Ouman Plus -järjestelmä sulkee päävesiventtiilin, mikäli sen mahdollistava toimilaite on asennettu järjestelmään. Päävesiventtiili suljetaan myös automaattisesti, kun voimassa on öpoissaö-, öpitkään poissaö - tai ötulossa kotiinö - ohjaus. Useita teippiantureita voidaan kytkeä rinnakkain ja ne kytketään Ouman Plus -keskukseen sille varattuun kytkentäpaikkaan. /6/

## **Lämmönsäätö**

Ouman Plus -järjestelmän avulla voidaan toteuttaa koko talon menoveden lämpötilojen säätö sekä huonekohtainen lämpötilansäätö. Menoveden lämpötilan säätö tapahtuu ulkolämpötilan perusteella. Huonelämpötilojen hienosäätö tehdään huonekohtaisella säädöllä. Järjestelmällä voidaan ohjata kahta erillistä lämmönsäätöpiiriä toisistaan riippumattomasti sekä toteuttaa käyttöveden säätö. /6/

## **Valaistuksen ohjaus**

Ouman Plus -järjestelmällä voidaan ohjata kahta erillistä valaistusryhmää, esimerkiksi julkisivu- ja pihavalaitusta. Valaistusryhmiä voidaan ohjata erikseen, joko hämäräkytkimen



ja aikaohjelman yhdistelmänä tai erikseen jommankumman avulla. Valoryhmiä ohjataan sähköpääkeskuksessa sijaitsevalla releyksiköllä. /6/

## **Etäohjaus**

Ouman Plus -järjestelmässä on kaksi vaihtoehtoista etäohjaustapaa. Sitä voi etäohjata Internetin kautta selaimella tai tekstiviestipohjaisena GSM-etäohjaksena. /5/

Internetin kautta tehtävä etäohjaus ja valvonta suoritetaan selainpohjaisella graafisella käyttöliittymällä. Käyttöliittymän avulla pystyy tarkkailemaan ja ohjaamaan järjestelmään liitettyjä laitteita tietokoneelta paikasta riippumatta. /5/

Ouman Plus -järjestelmän GSM-etäohjaus perustuu tekstiviestien käyttöön. Tekstiviestipohjainen järjestelmä perustuu avainsanojen käyttöön. Tietty avainsana lähetetään järjestelmälle ja paluuviestinä tulee siihen liittyvä informaatio. Tekstiviestien avulla voi lukea järjestelmän nykyisen tilan, esimerkiksi aktiiviset hälytykset, hälytyshistorian tai vaikka lämmityspiirin menoveden informaation. Myös tilanneohjauksen muuttaminen onnistuu tekstiviestin avulla. Järjestelmä voidaan ohjata vaikka öTULOSSAö tai öYÖö -tilaan tekstiviestin avulla. Järjestelmä lähettää kaikista hälytyksistä hälytyksen järjestelmään määritettyihin matkapuhelinnumeroihin. /6/

### **3.5.2. Suunnittelu ja käyttöönotto**

Ouman Plus -järjestelmän suunnittelu ja hankkiminen on tehty hyvin helpoksi. Yksittäisten tarpeiden mukainen järjestelmä voidaan suunnitella käyttämällä Internet-pohjaista Plus Tool Suunnitteluohjelmaa. Suunnitteluohjelmassa edetään ohjatusti vaihe vaiheelta, ja siinä käydään läpi kaikki järjestelmän osa-alueet turvatoiminnoista lämmitysjärjestelmään ja ilmanvaihtoon. Suunnitteluohjelman lopputuotteena saadaan sähkösuunnitelman kotiautomaatio-osuus, sisältäen järjestelmän yleiskuvan, kytkentäkaavion sekä LVI-säätökaavion. Lisäksi suunnitteluohjelmalla näkee järjestelmän toimitussisällön hintoineen. /5/

### 3.5.3. Laajennettavuus

Ouman Plus -järjestelmä on integroitu kokonaisratkaisu, joka yhdistää talotekniset ohjaukset ja säädöt yhdeksi toimivaksi kokonaisuudeksi. Se on tarkoitettu lähinnä omakotitalon tai vapaa-ajan asunnon järjestelmäksi, ja se sisältää kiinteistötekniisten toimintojen ohjauksen ja säädön siinä laajuudessa, mitä yleensä pienkiinteistössä tarvitaan. Järjestelmää ei ole tarkoitettukaan toimimaan suuremmassa mittakaavassa, joten sen laajennusmahdollisuudet ovat rajalliset. /5/

Ouman Plus -järjestelmää pystyy laajentamaan lähinnä lisävarusteilla, jotka laajentavat jo olemassa olevia toimintoja. Järjestelmään on saatavana jo aiemmin mainittu I/O-laajennusyksikkö, jolla voidaan toteuttaa huonekohtainen lämpötilansäätö yhdessä TCR-10 huoneyksikön kanssa. /5/

Ouman Plus -järjestelmää voidaan laajentaa myös tallentavalla kameravalvontaominaisuudella. Kameravalvonta toimii selainyhteydellä ja se edellyttää Ouman 3G -internetpaketin hankintaa. /5/

### 3.6. TAC Vista

TAC on johtava avoimeen teknologiaan ja kehittämäänsä Open Integrated Systems for Building IT -konseptiin perustuvien kiinteistöautomaatioratkaisujen toimittaja. TAC työllistää maailmanlaajuisesti yli 5000 ihmistä, ja sillä on yli 80 vuoden kokemus kiinteistöautomaatio- ja turvallisuusteknisistä ratkaisuista. TAC kuuluu Schneider Electric -konserniin, joka on maailman johtava kiinteistöjen sähkönjakelu- ja automaatioratkaisuja tarjoava yritys. /8/

TAC Vistan perustana on avoin järjestelmäarkkitehtuuri, joka sallii laitteiden liittämisen järjestelmään valmistajariippumattomasti. Tiedonsiirron perustana käytetään avoimia ratkaisuja kuten TCP/IP-protokollaa ja kenttäväylätasolla LonWorks-tekniikkaa, joka on maailmanlaajuisesti hyvin laajasti käytössä. TAC Vista soveltuu minkä tahansa kiinteistö-

järjestelmän hallintaan, riippumatta kiinteistön koosta, rakennusten määrästä tai niiden välimatkasta /8/

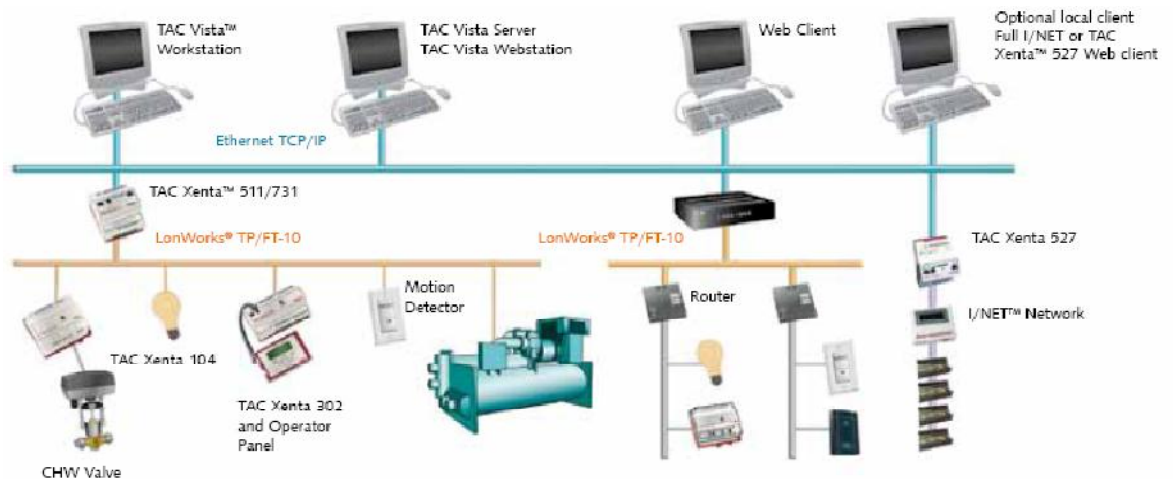
### **3.6.1. Open Integrated Systems for Building IT -konsepti**

Open Integrated Systems for Building IT on TAC:n kehittämä konsepti kiinteistöautomaattioratkaisuihin. Sen tarkoituksena on tarjota avoimeen teknologiaan perustuva ratkaisu kiinteistön lämmityksen, jäähdytyksen, kulunvalvonnan, turvallisuuden sekä valaistuksen keskitettyyn hallintaan. Tämä vähentää ylläpito- ja koulutuskuluja sekä antaa mahdollisuudet energian säästöön. Lisäksi konsepti luo lisäarvoa keräämällä ja jakamalla tietoa kiinteistöistä, ja sen kuluista keskitetysti. Konseptin tarkoituksena on, että yhdestä käyttöliittymästä voidaan hallita koko kiinteistöä ja sen yksittäisiä huoneita tai useita kiinteistöjä samanaikaisesti. /8/

Open Integrated Systems for Building IT -konseptin perustana ovat standardoidut avoimeen lähdekoodiin perustuvat tekniikat kuten TCP/IP, LonWorks, BACnet ja Ethernet. Ratkaisut ovat yhteensopivia lähes kaikkien markkinoilla olevien järjestelmien kanssa. Tämän vuoksi kaikki toiminnot on mahdollista yhdistää yhdeksi kokonaisuudeksi ja käyttäjä ei ole sidottu vain yhden valmistajan käyttämään tekniikkaan. /8/

### **3.6.2. Rakenne ja tiedonsiirto**

TAC Vista -järjestelmän hallinta- ja valvontatason tiedonsiirto tapahtuu TCP/IP-protokollaa käyttäen. Valvomoserverit voivat olla yhteydessä toisiinsa käyttäen joko olemassa olevia WAN/LAN-verkkoja tai Internetin välityksellä. Hallinta- ja valvontataso on yhdistetty kenttäväylään TAC Xenta -säätimen kautta. Tiedonsiirto väylätasolla tapahtuu LonWorks-tekniikkaa käyttäen. Alla olevassa kuvassa (Kuva 13) on esitetty TAC Vista -järjestelmän järjestelmäarkkitehtuuri. /8/



**Kuva 13. TAC Vista järjestelmäarkkitehtuuri /8/**

## TAC Vista Workstation

TAC Vista Workstation on graafisella käyttöliittymällä varustettu, Windows-tietokoneella suoritettava perusohjelmistomoduuli. Ohjelmistolla pystyy tekemään järjestelmän hallintaan ja seurantaan liittyviä toimenpiteitä, kuten hälytysten ja käyttöoikeuksien sekä käytönvalvonnan hallinta, aikaohjelmat, trendiseuranta sekä varmuuskopiointi. Lisäksi ohjelmistolla on mahdollista tarkastella järjestelmädokumentaatiota. /8/

## TAC Vista Server

TAC Vista server luo yhteyden käyttäjän ja hallintajärjestelmän välille. Se luo yhteyden TAC Xenta -säätimiin tai muihin SNVT:tä (Standard Network Variable Types) hyödyntäviin LonWorks-laitteisiin. /8/

TAC-järjestelmien etävalvonta- sekä kauko-ohjausyhteyksiin voidaan käyttää tietokoneen LonTalk-adapteria tai muodostaa yhteys valintayhteyden tai kiinteän yhteyden välityksellä. Toisistaan etäällä olevat järjestelmät voivat kommunikoida modeemin välityksellä. /8/

## **TAC Vista Webstation**

TAC Vista Webstation -ohjelmistomoduuli tarjoaa tavallisella Internet-selaimella käytettävän rajapinnan TAC Vista -järjestelmiin. Yhteys voidaan muodostaa joko sisäisen intranetin tai Internetin välityksellä. Moduuli tukee seuraavia toimintoja:

- hälytysten näyttäminen ja kuittaaminen
- arvojen lukeminen ja asettaminen
- grafiikoiden näyttäminen
- trendiseuranta
- tapahtumien seuranta
- raportit ja kaaviot. /8/

## **TAC Xenta Ethernet-laitteet**

TAC Xenta -säätimet voidaan jakaa seuraaviin ryhmiin:

- ethernet-laitteet
- ohjelmoitavat säätimet
- vyöhykesäätimet
- verkkoinfrastruktuurituotteet
- käyttöpaneelit.

Säätimen malli valitaan käyttötarkoituksen ja järjestelmän laajuuden perusteella. Kaikki TAC Xenta -laitteet perustuvat avoimeen järjestelmäarkkitehtuuriin ja liittyvät standardoituun LonWorks-pohjaiseen tiedonsiirtoverkkoon. /8/

Ethernet-laitteet mahdollistavat kiinteistön olemassa olevan intranetin käytön osana TAC-järjestelmän tiedonsiirtoa. Ethernet-laitteet mahdollistavat myös TAC-järjestelmän hallinnan Internetin kautta. /8/

TAC Xenta 511 on verkkopohjainen valvontajärjestelmä LonWorks- ja Modbus-verkkoihin. Laite sisältää verkkopalvelimen, joka mahdollistaa järjestelmän laitteiden hallinnan tavallisella verkkoselaimella Internetin tai intranetin kautta. TAC Xenta 511 pystyy

esittämään suppean tai keskikokoisen LonWorks-verkon tapahtumat tai kykenee toimimaan laajemmassa verkossa muiden valvontalaitteiden kanssa. /8/

TAC Xenta 913 LonWorks-väylämuunnin mahdollistaa monenlaisten laitteiden liittämisen TAC-tietoverkkoon. Se tukee yleisimmin käytettyjä avoimia protokollia, kuten Modbus, BACnet ja LonWorks. Se tukee myös joidenkin valmistajien omia protokollia, kuten I/NET ja Clipsal C-bus. Laite toimii siltana kahden protokollan ja eri tiedonsiirtotekniikoiden välillä. /8/

## **TAC Xenta ohjelmoitavat säätimet**

TAC Xenta -sarja koostuu LonMark-sertifioiduista säätimistä, jotka soveltuvat pieniin, keskisuuriin ja laajoihin lämmitys-, ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmiin. Ohjelmoitavista TAC Xenta -säätimistä löytyy kaikki tarvittavat LVI-toiminnot, kuten säätökäyrät, -silmukat, aikaohjelmat sekä hälytysten käsittely. /8/

Säätimet ovat vapaasti ohjelmoitavissa ja niiden ohjelmointi tapahtuu graafisen TAC Menta -ohjelmointityökalun avulla. Säätimet voidaan asentaa standardikokoiseen koteloon tai laitekaappiin. /8/

TAC Xenta 100 -tuoteryhmä käsittää vyöhykesäätimet, jotka on suunniteltu puhallinkonvektorien, ilmamääräsäätimien sekä kattoon asennettavien yksinkertaisten ilmanvaihtokojien kaltaisiin erityissovelluksiin. TAC Xenta 280- ja 300-sarjan säätimet on suunniteltu kaiken tyyppisiin konehuoneiden säätösovelluksiin. /8/

TAC Xenta 401 -säädin TAC Xenta 100 I/O -moduulin kanssa on tarkoitettu laajempien sovellusten säätämiseen. Säätimeen voidaan lisätä kymmenen kappaletta I/O-moduuleita, jolloin säätimen I/O-liitäntöjä on yhteensä 100 kappaletta. Ison muistin ansiosta säädin soveltuu korkeamman tason funktioihin kuten esimerkiksi keskitettyyn aikaohjauksien hallintaan. /8/

## **TAC Xenta vyöhykesäätimet**

TAC Xenta -vyöhykesäätimet ovat huonesäätimiä jälkilämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien valvontaan ja optimointiin. Vyöhykesäätimistä löytyy tuotteita esimerkiksi seuraavilla sovelluksilla: ilmanlaadun valvonta, valaistuksen- ja kaihtimien ohjaus sekä läsnäolotunnistus. Säätimet voidaan kofiguroida paikan päällä käyttäen TAC Xenta -käyttöpaneelia tai keskitetysti TAC Vista -keskusjärjestelmän kautta. /8/

## **4. HANKESUUNNITTELU JA JÄRJESTELMÄN VALINTA**

Hankesuunnitteluvaiheen tavoitteena on selvittää, minkälainen kiinteistöautomaatiojärjestelmä on järkevää suunnitella ja toteuttaa oppimisympäristökäyttöön. Keskeisenä tavoitteena on kartoittaa järjestelmän halutut ominaisuudet, joiden perusteella varsinainen järjestelmä suunnitellaan. Hankesuunnitteluvaiheessa ei varsinaisesti oteta kantaa siihen, että miten halutut ominaisuudet teknisesti saadaan toteutettua.

### **4.1. Kemi-Tornion AMK:n tekniikan yksikön peruskorjaushanke**

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun tekniikan yksikössä oli mittava peruskorjaushanke meneillään jo tätä opinnäytetyötä aloitettaessa syksyllä 2010. Vuonna 1984 valmistuneen koulukiinteistön tilat nykyaikaistetaan ja uudistetaan täysin. Tilojen osalta remontin on määrä olla valmis vuoden 2011 loppuun mennessä. Hankkeen kustannusarvio kalusteineen on n. 10 miljoonaa euroa.

Hankkeen loppuvaiheessa remontoidaan ja kalustetaan koulun sähkötekniikan laboratoriotilat vuosien 2011 ó 2013 aikana. Laboratoriotilat ja laitteet modernisoidaan, ja sen yhteydessä sähkövoimatekniikan toiseen laboratoriotilaan tullaan toteuttamaan kiinteistöautomaation oppimisympäristö. Tarkoituksena on rakentaa kevytseinillä erotettu öhuoneo, johon kiinteistöautomaation oppimisympäristö voidaan sijoittaa. Aikaisemmin koululla on ollut pienimuotoisia kiinteistötekniisiä ympäristöjä, kuten Ouman EH-60. Nyt tarkoituksena on toteuttaa kokonaisvaltainen kiinteistöautomaation oppimisympäristö, joka sisältää ominaisuudet lämmityksen ja valaistuksen ohjaukseen sekä erilaisille turvaominaisuuksille, kuten kosteus- ja murtovalvonta. Lisäksi tavoitteena on saada etäkäyttömahdollisuus järjestelmän tarkkailemista ja säätämistä varten.



## 4.2. Tutustuminen muiden oppilaitosten oppimisympäristöihin

Opinnäytetyöprosessin aikana kävimme ohjaaja Aila Petäjäjärven kanssa tutustumassa oppimisympäristöihin ammattiopisto Lappian Tornion toimipisteessä sekä Oulun seudun ammattikorkeakoulun tekniikan yksikössä Oulussa.

Ammattiopisto Lappian tiloissa oli TAC-järjestelmällä ohjattava ilmanvaihtokoje. Saimme järjestelmästä mielenkiintoisen ja kattavan esityksen oppilaitoksen opiskelijalta. Kävimme läpi ilmanvaihtokojeen peruseräaatteet lämmön talteenottoineen ja esilämmityksineen. Lisäksi saimme esittelyn TAC-järjestelmän hallinasta TAC Vista Workstation -ohjelman avulla.

Oulun seudun ammattikorkeakoululla tutustuimme talotekniikan oppimisympäristöön. Oulussa oli käytössä kotimaisen Fidelixin ratkaisu. Fidelix-järjestelmän avulla ohjattiin ilmanvaihtokojetta. Lisäksi koululla oli erillinen Fidelixin ala-asema (Kuva 14). Ala-asemaan kytketyillä I/O-moduuleilla harjoitellaan varsinaista prosessin ohjelmointia kytkemällä niihin erilaisia painonappeja, potentiometreja sekä toimilaitteita erilaisten tilanteiden simulointia varten. Saimme kattavan esityksen siitä, miten heillä on toteutettu tämän tyyppisen järjestelmän opetus projektityönä käytännössä.



**Kuva 14. Fidelix alakeskus OAMK:n talotekniikan laboratoriossa**

### **4.3. Kiinteistöautomaation oppimisympäristön ominaisuuksien vaatimukset**

Seuraavissa kappaleissa on käyty läpi oppimisympäristölle asetetut ominaisuuksien vaatimukset. Vaatimukset esitetään ei teknisessä muodossa, ottamatta kantaa siihen, millaisella järjestelmällä ne tullaan toteuttamaan. Halutut ominaisuudet on määritetty opinnäytetyön ohjaajien kanssa.

### **Tilanneohjaukset**

Järjestelmä voidaan ohjata öpoissaö- tai ökotonaö-tilaan. Ohjaus tapahtuu uloskäynnin läheisyydessä olevien painonappien avulla. Tilaohjauksen perusteella tietyt toiminnot kytke-

tään päälle, tietyt asetusrvoja muutetaan ja tietyt toiminnot kytketään kokonaan pois päältä. Nämä toiminnallisuudet on kerrottu seuraavissa kappaleissa.

## **Valaistus**

Valaistuksen osalta vaatimuksena on automaattinen läsnäoloon ja päivänvalohuomiointiin perustuva valaistuksen ohjaus. Huoneen valaistuksen tulee syttyä automaattisesti, jos huoneessa havaitaan henkilöitä ja päivänvalon tai muun valaistuksen taso ei ole riittävä. Valaistus sammuu määritetyn viipeen kuluttua siitä, kun henkilöitä ei ole enää huoneessa. Huoneeseen tulee painonappi, jolla valaistuksen voi pakottaa pois päältä, vaikka läsnäoloanturi havaitsee liikettä huoneessa. Kun järjestelmä ohjataan öpoissaö-tilaan, valaistus sammutetaan määritetyn viipeen jälkeen.

## **Lämmönsäätö**

Lämmönsäädön perustana on älykäs huonekohtainen säätö. Tavoitelämpötilaa pienennetään kahdella Celsius-asteella, kun järjestelmä ohjataan öpoissaö-tilaan ja nostetaan taas normaaliin, kun järjestelmä ohjataan ökotonaö-tilaan.

## **Sähköpiste**

Järjestelmässä on vapaasti ohjelmoitavissa oleva pistorasia. Pistorasiaa voidaan ohjata esimerkiksi tilanneohjauksella tai painonapeilla.

## **Turvatoiminnot**

Kiinteistöautomaatiojärjestelmään liitetään kosteus- ja murtovalvonta. Hälytyksen sattuessa järjestelmä tekee hälytyksen sireeniä tai summeria käyttäen sekä tekstiviesti- tai puhelu-hälytyksen ennalta määritettyyn puhelinnumeroon. Kosteusvalvonta on aktiivinen jatku-

vasti, mutta murtovalvonta kytkeytyy tietyn viipeen jälkeen silloin, kun järjestelmä ohjataan öpoissaö-tilaan.

## **Käyttöliittymä**

Järjestelmään sisällytetään kosketusnäytöllä tai jollain muulla syöttömenetelmällä varustettu käyttöliittymä, jonka kautta järjestelmän tilaa voidaan tarkastella ja muuttaa järjestelmän asetusarvoja. Käyttöpääte asennetaan kiinteästi huonetilan seinälle.

## **Etäkäyttömahdollisuus ja hälytykset**

Järjestelmän tilaa ja laitteita on mahdollista tarkastella WWW-selainta käyttäen mistä tahansa Internet-yhteyden välityksellä. Lisäksi järjestelmän asetusarvoja voidaan muuttaa joiltain osin. Esimerkiksi huoneen tavoitelämpötilan muuttaminen on mahdollista etäyhteyden välityksellä. Hälytysten sattuessa järjestelmä lähettää tekstiviestin ennalta määritettyihin puhelinnumeroihin.

### **4.4. Järjestelmätyypin valinta**

Järjestelmätyypin valinnan yhteydessä kävimme useita keskusteluja ohjaajien Aila Petäjäjärven ja Seppo Penttisen kanssa. Pohdinnassa oli, että lähdetäänkö oppimisympäristöä suunnittelemaan suurille kiinteistöille tarkoitettuja järjestelmiä käyttäen vai otetaanko lähestymistavaksi pienkiinteistö. Lopulta päädyimme pienkiinteistöpohjaiseen lähestymistapaan. Tätä puolsi myös se, että ammattikorkeakoulun naapuritalossa olevan ammattiopisto Lappian tiloihin oli suunnitteilla suuremmille kiinteistöille tarkoitettu kiinteistöautomaation oppimisympäristö. Päällekkäisiltä ympäristöiltä vältetään suunnittelemalla pienemmälle kiinteistölle tarkoitettu oppimisympäristö.

Valitsimme järjestelmätyypiksi avoimen KNX-pohjaisen järjestelmän. KNX-järjestelmän avoimuus ja valmistajariippumattomuus olivat tärkeitä puoltavia seikkoja järjestelmää valittaessa. Toinen mahdollinen ja myös hyvä vaihtoehto olisi ollut Ouman Plus -järjestelmä. Oppimisympäristön yhtenä tärkeänä ominaisuutena on väylätekniikan opettaminen ja tähän tarkoitukseen KNX-pohjainen järjestelmä soveltuu kiinteistöautomaation osalta hyvin. Lisäksi KNX-järjestelmän etuna on se, että ominaisuuksien lisääminen ja järjestelmän mahdollinen laajentaminen tulevaisuudessa on suhteellisen helppoa. Järjestelmän laajennettavuuden ylärajaa ei oppimisympäristökäytössä pystytä saavuttamaan.

## 5. OPPIMISYMPÄRISTÖN SUUNNITTELU

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun, Tekniikan yksikön sähkövoimatekniikan laboratorio-tilaan rakennettavan kiinteistöautomaation oppimisympäristön koostuu kevytseinillä rakennetusta huoneesta, joka varustetaan KNX-pohjaisella kiinteistöautomaatiojärjestelmällä. Kiinteistöautomaatiojärjestelmällä toteutetaan toiminnallisuudet, jotka on kuvattu kappaleessa 4.3. Oppimisympäristö sijoitetaan sähkölaboratorio 2 -tilaan, jossa on muitakin kiinteistösähköistykseen liittyviä laboratoriotyöpisteitä. Oppimisympäristön sijoittuminen laboratoriotilaan näkyy liitteestä 2.

Järjestelmä koostuu seuraavista osista:

- ryhmäkeskuksesta, johon sijoitetaan sähkön syöttöön liittyvien komponenttien lisäksi keskukseen asennettavaksi tarkoitetut KNX-laitteet, kuten virtalähteet, kytkin- ja vastaanotinyksiköt
- huoneeseen asennettavista antureista, painikkeista, ohjauspaneelistä sekä ohjattavista valaisimista ja merkinantolaitteesta
- KNX-väyläkaapeloinnista
- vahvavirtakaapeloinnista
- tiedonsiirtokaapeloinnista etäyhteyden käyttöön tarkoitetulle tietokoneelle.

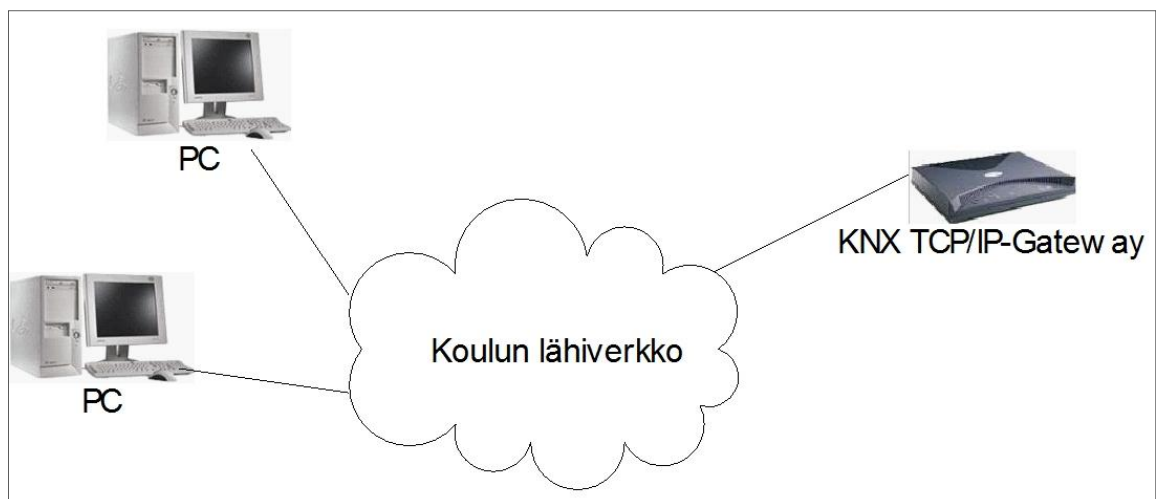
Seuraavissa kappaleissa käydään tarkemmin läpi tarvittavat laitteet kiinteistöautomaation osalta. Tässä työssä laitteet pyritään ilmoittamaan valmistajariippumattomasti. Liitteenä 1 on kuitenkin esimerkkituotelista, joka on koottu pääasiassa ABB:n komponenteista. Liitteenä 3 on tasopiirustus, jossa huoneeseen tulevat anturit ja laitteet on sijoitettu paikalleen. Lisäksi liitteenä 2 on tasopiirustus koko laboratoriotilasta, johon oppimisympäristö on sijoitettu.

## 5.1. Etävalvomolaitteet

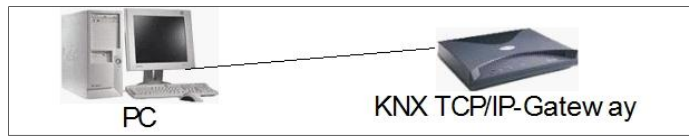
Kotikäyttöön tarkoitettuun kiinteistöautomaatiojärjestelmään ei tarvita varsinaista valvomoa. Tässä tapauksessa etävalvomolla tarkoitetaan mitä tahansa TCP/IP-verkkoyhteydellä varustettua tietokonetta, jonka avulla voidaan muodostaa yhteys järjestelmän TCP/IP-gatewaylle. Etäyhteys muodostetaan WWW-selainta, kuten Mozilla Firefoxia käyttäen.

Etäyhteys voidaan toteuttaa siten, että KNX-järjestelmän TCP/IP-gateway liitetään suoraan oppilaitoksen sisäverkkoon, jolloin etäyhteys voidaan muodostaa miltä tahansa oppilaitoksen tietokoneelta (Kuva 15). Toinen vaihtoehto on varata oma tietokone, joka kytketään suoraan verkkokaapelilla järjestelmän TCP/IP-gatewaylle (Kuva 16). Tällöin järjestelmä on erotettu muusta koulun verkosta sekä Internetistä. Ensimmäinen vaihtoehto on suositeltavampi. Tällöin todellinen etäkäytön idea toteutuu paremmin.

Yhteys TCP/IP-gatewaylle muodostetaan WWW-selaimella, syöttäen gatewayn IP-osoite selaimen osoitekenttään. Yhteyden käyttäminen vaatii kirjautumisen TCP/IP-gatewaylle määritetyllä käyttäjätunnuksella ja salasanalla.



**Kuva 15. TCP/IP-gateway kytkettynä koulun lähiverkkoon**



**Kuva 16. PC kytkettynä suoraan TCP/IP-gatewaylle**

Hälytystekstiviestejä varten tarvitaan KNX-laite, joka mahdollistaa tekstiviestien lähettämisen GSM-verkon välityksellä. GSM-gateway -laitteita löytyy usealta eri laitevalmistajalta. Yleensä GSM-gateway -laitteet mahdollistavat kaksisuuntaisen kommunikoinnin KNX-järjestelmän kanssa SMS-viestien välityksellä, jolloin järjestelmän yksittäisten laitteiden asetusarvojen kysyminen ja muuttaminen on mahdollista SMS-viestien avulla. Murto- tai vesivuotohälytystapauksessa GSM-gateway lähettää SMS-viestin ennalta määritettyihin puhelinnumeroihin.

## 5.2. Ryhmäkeskus

Tässä kappaleessa käydään läpi ryhmäkeskukseen sijoitettavat KNX-järjestelmän komponentit, joita haluttujen toimintojen aikaansaamiseksi tarvitaan. Ryhmäkeskukseen sijoitettavat laitteet ovat DIN-kiskoon asennettavia.

Oppimisympäristön KNX-toimilaitteiden määrä tulee olemaan alle 64 kappaletta, joten järjestelmä voidaan rakentaa käyttämään yhtä KNX-linjaa. Näin ollen linjayhdistintä ei tarvita ollenkaan.

Alla olevassa taulukossa (Taulukko 3) on ohjeellinen listaus tarvittavista keskukseen asennettavista KNX-järjestelmän komponenteista.

**Taulukko 3. Keskukseen sijoitettavat KNX-laitteet**

Laite	Käyttötarkoitus	Huom.
Virtalähde 320 mA	Virran syöttö KNX-väylässä	



tai 640 mA	oleville laitteille	
Lisävirtalähde	Lisävirran syöttö lisävirtaa vaativille laitteille, kuten TFT-näytöille	Lisävirtalähteen tarve riippuu valittavasta järjestelmästä. Esim. ABB:n TFT-näytöt vaativat lisävirtalähteen.
Binäärivastaanotin, 4 kanavaa, 32 V, potentiaalivapaa	Kosketintiedot vesivuotoanturilta ja ovikytkimeltä	2 kanavaa jää vapaaksi.
Kytkeyksikkö, 4 kanavaa, 10 A	Valojen, hälytyssireenin ja sähkölämmityksen ja pistorasian ohjaus	
USB-portti	Liityntä PC:n ja KNX-väylän välillä	Järjestelmän ohjelmointi ETS-ohjelmalla
TCP/IP-Gateway, selainpohjainen	Etäyhteys TCP/IP verkon kautta	Mahdollistaa selainpohjaisen etävalvomoyhteyden PC:n verkko-yhteyttä käyttäen.
GSM-Gateway	SMS-viestien lähettäminen	

Kytkeyksiköiden ja binäärivastaanottimien kanavamäärät ovat ohjeellisia. Laitevalmistajilla on eroja saatavilla olevien yksiköiden kanavamäärissä. Laitteita valittaessa täytyy valita laite, jossa on vähintään minimimäärä tarvittavia kanavia.

Ryhmäkeskuksen koko täytyy mitoittaa siten, että sinne pystyy tarvittaessa lisäämään moduuleita mahdollisia tulevaisuuden tarpeita varten.

### 5.3. Järjestelmän ohjelmointi

Järjestelmän ohjelmointi tapahtuu ETS3- tai uudemmalla ETS4-ohjelmalla. ETS tulee sanoista Engineering Tool Software. Tällä hetkellä KNX Oline Shopissa on myynnissä uusin ETS4-ohjelma. ETS-ohjelma toimii Windows-käyttöjärjestelmällä varustetussa tietoko-

neessa. ETS4-ohjelma on taaksepäin yhteensopiva ETS2-versioon saakka. Tämä tarkoittaa sitä, että ETS2-ohjelmalla luodut projektit ovat yhteensopivia uusimman ETS4-ohjelman kanssa. /2/

ETS4-ohjelmistosta on saatavissa seuraavanlaisia versioita:

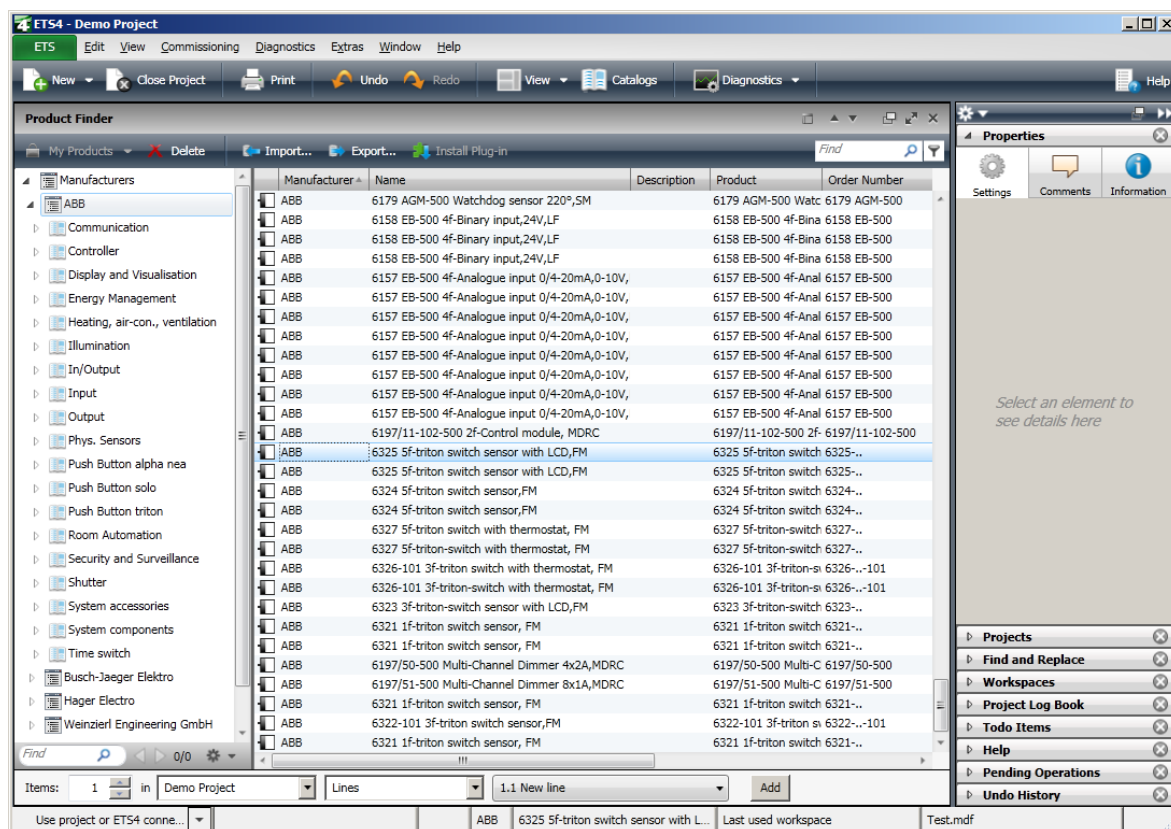
- ETS4 Demo on ilmainen kokeiluversio, jonka voi ladata KNX Online Shopista. Mahdollistaa maksimissaan kolmen KNX-toimilaitteen lisäämisen yhteen projektiin.
- ETS4 Lite mahdollistaa maksimissaan 20 KNX-laitteen projektit. Ohjelma vaatii lisenssiavaimen, jonka voi ostaa KNX Online Shopista.
- ETS4 Professional -ohjelmassa ei ole mitään teknisiä rajoituksia järjestelmän koon suhteen. Lisenssejä on saatavana kahdenlaisia. Host-ID-lisenssi sallii ohjelman suorittamisen ainoastaan yhdellä tietyllä tietokoneella. Dongle-lisenssi sallii ohjelman suorittamisen millä tahansa tietokoneella, mutta vaatii kyseisen koneen USB-porttiin USB-tikun, joka sisältää tiedon lisenssistä. /2/

Ohjelmasta on saatavissa oppilaitoskäyttöön tarkoitettu lisenssi, ETS4 Training Pack, joka sisältää seuraavat tuotteet:

- ETS4 Professional 1 kpl
- ETS4 Lite 10 kpl
- Training Handbook 2 kpl.

Lisenssin hinta on Host-ID-lisenssin kanssa n. 1000 p ja Dongle-lisenssin kanssa n. 1500 p. Vertailuna voidaan mainita, että yhden ETS4 Professional ohjelman hinta Host-ID-lisenssillä on noin 900p ja Dongle-lisenssillä noin 950p. Oppilaitoslisenssiä ei saa käyttää kaupalliseen toimintaan. /2/

Laitevalmistajakohtaiset tuotetietokannat ETS-ohjelmalle löytyvät yleensä laitevalmistajan Internet-sivuilta. Tuotetietokannat sisältävät suunnittelussa tarvittavat laitekohtaiset tiedot, kuten kaikki aseteltavat parametrit ja asetusrvot. Käytännössä ne tiedot, joilla määritellään tarkemmin laitteen haluttu toiminta. Alla olevassa kuvassa (Kuva 17) näkyy tuotetietokannan selaaminen ETS4-ohjelmalla.



Kuva 17. Tuotetietokannan selaaminen ETS4-ohjelmalla

## 5.4. Ohjelmalliset toiminnot

Alla olevaan taulukkoon (Taulukko 4) on listattu toimilaitteet ja niitä ohjaavat laitteet.

Taulukko 4. Ohjelmointitaulukko

Toimilaite	Toiminta	Ohjaava laite
Kytkeyksikkö, A-kanava	Valaistus	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Läsnaolotunnistin</li> <li>- Painike 1 (valaistuksen pakotus pois)</li> <li>- Painike 2 (automaattinen valaistus)</li> </ul>
Kytkeyksikkö, B-kanava	Vesivuoto / murto-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Binäärivastaanotin (kosketintieto)</li> </ul>

	hälytyksen summe- ri / sireeni	vesivuotoanturilta ja ovikytki- meltä)
Kytkeyksikkö, C-kanava	Lämpötilan ohjaus	- Huonetermostaatti
Kytkeyksikkö, D-kanava	Vapaasti ohjelmoi- tava pistorasia	-
Binäärivastaanotin A- kanava	Kosketintieto kos- teusvahdilta	- Kosteusvahti
Binäärivastaanotin B- kanava	Kosketintieto ovi- kytkimeltä	- Ovikytin
Painike 1	Valaistuksen pako- tus pois	
Painike 2	Valaistus auto- maattinen	
Painike 3	Tilanneohjaus öpoissaö	
Painike 4	Tilanneohjaus öko- tonaö	
Painike 5	Hälytyksen kuitta- us	
Huonetermostaatti	Lämmityksen oh- jaus	- Painike 3 (tilanneohjaus öpois- saö) - Painike 4 (tilanneohjaus ökoto- naö)
GSM-Gateway	Hälytysten lähet- täminen SMS- viestinä	- Binäärivastaanotin (kosketintieto vesivuotoanturilta ja ovikytki- meltä)
Käyttöpääte	Hälytysten näyttä- minen, kaikkien järjestelmän toimi- laitteiden tilatiedon tarkastelu	- Binäärivastaanotin (kosketintieto vesivuotoanturilta ja ovikytki- meltä)

## 5.5. Kenttälaitteet

Alla oleviin taulukoihin on listattu ne kenttälaitteet, joita vaadittujen ominaisuuksien toteuttamiseen tarvitaan. Laitteita hankittaessa täytyy huomioida, että osa laitteista, kuten painikkeet, vaativat erillisen väyläliitäntäyksikön.

Alla olevaan taulukkoon (Taulukko 5) on listattu painikkeet, joita vaadittujen ominaisuuksien toteuttamiseen tarvitaan.

**Taulukko 5. Painikkeet**

Painike	Toiminto
Painike 1	Valaistuksen pakotus pois
Painike 2	Valaistus automaattinen
Painike 3	Tilanneohjaus öpoissaö
Painike 4	Tilanneohjaus ökotonaö
Painike 5	Hälytysten kuittaus

Painikkeita on saatavilla useanlaisia malleja. Painikkeita on sekä 1-osaisia että useampi-osaisia ja niitä löytyy erilaisilla lisäominaisuuksilla, kuten IR-vastaanottimella, LCD-näytöllä ja huonetermostaatilla varustettuina. Painikkeet vaativat väyläliitäntäyksikön, jonka kautta ne kytketään KNX-väylään.

Alla olevaan taulukkoon (Taulukko 6) on listattu tarvittavat tunnistimet.

**Taulukko 6. Tunnistimet**

Tunnistin	Toiminto
Läsnäoloilmaisoin valoisuusanturilla	Valaistuksen ohjaukseen, päivänvalohuomiointi
Kosteusvahti, esim. teippianturilla varustettu	Vesivuodon havaitseminen

Ovikytin	Kuorivalvontaan
----------	-----------------

Läsnäoloilmaisimen hankinnassa täytyy huomioida, että osassa malleja väyläliitäntäyksikkö on integroitu tunnistimeen suoraan. Osa taas vaatii erillisen väyläliitäntäyksikön, johon tunnistin liitetään.

Toteutuksessa täytyy huomioida, että kosteusvahdilta täytyy saada avautuva kosketintieto, jolloin silmukka on valvottu. Kosteusvahti koostuu yleensä valvontalaitteesta, muuntajasta ja anturista. Valvontalaite antaa kosketintiedon, joka kytketään KNX-järjestelmän binäärituloon.

Lisäksi tarvitaan alla olevassa taulukossa (Taulukko 7) olevat muut laitteet.

**Taulukko 7. Muut laitteet**

Laite	Toiminto
Sireeni / summeri 230 V	Hälytysten antaminen
Käyttöpääte LCD-näytöllä,	Hälytysten tarkastaminen, koko järjestelmän toimintojen ohjaaminen
Huonetermostaatti	Lämmityksen ohjaukseen.

## 5.6. Kaapelointi

KNX-väylän kaapelointiin käytetään KLMA 4x0,8+0,8 tiedonsiirtokaapelia. Kuten aiemmin on mainittu, väylän topologia voi olla väylä, tähti tai edellä mainittujen yhdistelmä, jota kutsutaan puuksi. Ainoastaan silmukkarakenne on kielletty. Väylän kaapelointi on esitetty liitteenä 3 olevassa tasopiirustuksessa. Kaapelointi voidaan tehdä oppimisympäristöön pinta-asennuksena.

Samaa KLMA 4x0,8+0,8 -kaapelia voidaan käyttää myös ovikytkimen ja kosteusvahdin liittämiseen binäärituloon. Myös nämä kaapeloinnit voidaan tehdä pinta-asennuksena.

Valaistuksen jännitteensyöttöön voidaan käyttää MMJ 3x1,5S -kaapelia. Myös lämmityksen jännitteensyöttöön voidaan valita kyseinen kaapeli. Oppimisympäristökäyttöön sähkölämmityslaitte, sähköpatterit tai joku muu, täytyy valita siten, että johto ei pääse ylikuormittumaan. Kaapelointi voidaan tehdä pinta-asennuksena.

## **5.7. Järjestelmän laajentaminen**

Oppimisympäristön laajentaminen KNX-toimilaitteiden osalta on suoraan mahdollista 64 toimilaitteeseen saakka. Laajentaminen tapahtuu kytkemällä laite KNX-väylään, määrittämällä sille osoite ja ohjelmalliset toiminnot ETS-ohjelmalla. Jos laitteiden määrä ylittää joskus 64 toimilaitteen rajan, täytyy väylä jakaa useampaan linjaan, jotka ovat kytketty toisiinsa päälinjan kautta. Tällöin tarvitaan uusia KNX-järjestelmälaitteita, kuten virtalähteitä ja linjayhdistimiä.

Ryhmäkeskus kannattaa mitoittaa fyysisesti siten, että sinne jää riittävästi laajennusvaraa. Tällöin laajennustarpeiden tullessa, keskusta ei tarvitse uusia ihan heti.

## 6. MAHDOLLISIA OPPIMISTEHTÄVIÄ

Oppimisympäristökäytössä järjestelmän keskeiset fyysiset kytkennät tulee olla kiinteästi asennetut, siten että niihin ei kosketa oppimistehtävissä. Esimerkiksi painikkeet, termostaattit, binäärivastaanotin, kytkinyksikkö ja muut tiedonsiirtolaitteet ovat tällaisia kiinteästi kytkettyjä laitteita, joita ei oppimistehtävässä tule muuttaa. Lisäksi oppimistehtävän alussa järjestelmässä tulee olla alkuperäinen ohjelma paikallaan, jolloin toimintojen toimivuus on varmistettu.

Yhtenä mahdollisena oppimistehtävänä voisi olla KNX-järjestelmään tutustuminen oppimisympäristön avulla. Esitehtävänä ennen varsinaista oppimistehtävää voi olla perehtyminen KNX-standardiin yleisesti. Oppimistehtävä koostuu aluksi oppimisympäristön laitteisiin ja kaapelointeihin tutustumisesta. Tämän jälkeen on oppimisympäristön eri toimintojen ja tilanteiden aktivointi (valaistus, murtohälytys, tilanneohjaukset jne.) ja tässä yhteydessä väylän monitorointi ETS-ohjelmaa käyttäen. Tähän sisältyy myös järjestelmän tarkkailu ja asetusten muuttaminen WWW-pohjaisella hallintatyökalulla TCP/IP-gatewayn kautta. Työn lopussa on oppimisympäristöön asennetun, vapaasti ohjelmoitavaksi tarkoitetun pistorasian ohjelmoiminen toimimaan siten, että sitä voisi ohjata päälle ja pois painonapilla, ja lisäksi asettaa se kytkeytymään pois automaattisesti järjestelmän ollessa öpoissaö-tilassa. Edellä kuvattu työ on tarkoitus saada tehtyä yhdellä laboratoriotyökerralla.

Toinen mahdollinen oppimistehtävä voisi olla projektiluontoinen tehtävä, jossa koko järjestelmä ohjelmoitaisiin alusta loppuun projektin aikana. Järjestelmään voi sisällyttää muitakin ohjelmoitavissa olevia ominaisuuksia, kuin mitä tässä työssä on mainittu. KNX-järjestelmään perehtyminen ja ohjelmoinnin opettelu vie useita tunteja, joten tähän työhön tulee varata aikaa useampia laboratoriotyökertoja.



## 7. YHTEENVETO

Tietämykseni kiinteistöautomaatiojärjestelmistä oli varsin suppea ottaessani vastaan tämän opinnäytetyöaiheen. Kiinnostus aihetta kohtaan oli kuitenkin niin suuri, että päätin ottaa haasteen vastaan. Tietämykseni järjestelmistä ja niiden teknisistä ominaisuuksista on kasvanut tämän opinnäytetyöprosessin aikana. Erityisesti mielenkiintoinen alue on kotikäyttöön tarkoitetut järjestelmät, ja niiden avulla saavutettava energiansäästö sekä turvallisuuden lisääntyminen.

Työn päätavoitteena oli kiinteistöautomaation oppimisympäristön esisuunnittelu Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun tekniikan yksikön sähkötekniikan laboratoriotiloihin. Tähän tavoitteeseen pääsemiseksi täytyi esiselvittelyvaiheessa tutustua markkinoilla oleviin järjestelmiin, sekä niiden teknisiin ominaisuuksiin. Opinnäytetyön aiheen rajauksessa ei otettu kantaa oppimisympäristön järjestelmän laajuuteen, joten esiselvittelyvaiheessa kartoitettiin sekä pieniin että suuriin kiinteistöihin tarkoitettuja järjestelmiä.

Tässä työssä suunniteltu järjestelmä ei toiminnoiltaan ja komponenttien määrältään ole kovin laaja, mutta mielestäni kodin ohjaamisen peruseriaate selviää järjestelmän avulla hyvin. Oppimisympäristöön valittu KNX-teknologia tarjoaa hyvät mahdollisuudet laajentaa järjestelmää, joten järjestelmään voidaan lisätä myös muita kiinteistötekniisiä ominaisuuksia myöhemmin. Tämän työn dokumentointi kattaa oppimisympäristön suunnittelun lähinnä kiinteistöautomaation osalta. Esimerkiksi sähkön syöttämiseen liittyvät seikat ja keskukseen tulevat muut kuin suoraan kiinteistöautomaatioon liittyvät laitteet täytyy määrittää varsinaista oppimisympäristön suunnittelua ja toteutusta tehtäessä.

Tämän työn puitteissa oppimisympäristön käytännön toteutusta ei päästy vielä tekemään. Olisin erittäin mielelläni ollut mukana myös käytännön toteutukseen tähtäävässä työssä. Varsinkin järjestelmän käyttöönotto ja ohjelmointi olisi kiinnostanut minua erityisesti.

## 8. LÄHDELUETTELO

- /1/ ABB, KNX-taloautomaatio Tuoteluettelo 2010, [PDF-dokumentti],  
[[http://abb.smartpage.fi/fi/KNX\\_taloautomaatio/#undefined](http://abb.smartpage.fi/fi/KNX_taloautomaatio/#undefined)] 19.3.2011
- /2/ KNX Association, KNX Association [Official website], [WWW-dokumentti],  
[<http://www.knx.org/>] 11.3.2011
- /3/ KNX Association, Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin - KNX  
Perusperiaatteet, 5. painos, ZVEI, ZVEH, 2006
- /4/ KNX Finland r.y, KNX, [WWW-dokumentti], [<http://www.knx.fi/>] 13.10.2010
- /5/ Ouman Oy, OUMAN, [WWW-dokumentti], [<http://www.ouman.fi/>] 9.11.2010
- /6/ Ouman Oy, Ouman Plus käyttöohje, [PDF-dokumentti],  
[[http://www.ouman.fi/files/kayttoohjeet/ouman\\_plus\\_kayttoohje.pdf](http://www.ouman.fi/files/kayttoohjeet/ouman_plus_kayttoohje.pdf)] 18.11.2010
- /7/ Paiho, Satu, Talotekniikan kehityslinjat, [PDF-dokumentti],  
[<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2007/T2379.pdf>] 31.1.2011
- /8/ Schneider Electric, TAC Vista Yleisesite, [PDF-dokumentti],  
[[http://download.schneider-electric.nu/snb/download.aspx?so=4&file=SNBDB\\_33686](http://download.schneider-electric.nu/snb/download.aspx?so=4&file=SNBDB_33686)] 8.1.2011
- /9/ Siemens, DESIGO Building automation & control system, [PDF-dokumentti],  
[[http://www.hqs.sbt.siemens.com/gip/general/dlc/data/assets/hq/A6V10234022\\_hq-en.pdf](http://www.hqs.sbt.siemens.com/gip/general/dlc/data/assets/hq/A6V10234022_hq-en.pdf)] 7.10.2010
- /10/ Siemens, DESIGO-järjesetelmän yleiskatsaus, [WWW-dokumentti],  
[<http://www.siemens.fi/cmssbt.nsf/all/07E9865E18DB0A61C22573CC002977C9?open&document&expand=2.>] 9.10.2010
- /11/ Siemens, DESIGO PX, [WWW-dokumentti], [[http://www.eco-paronen.fi/uploads/files/designo\\_px.pdf](http://www.eco-paronen.fi/uploads/files/designo_px.pdf)] 9.10.2010
- /12/ Siemens, Kompaktit automaatioyksiköt, [WWW-dokumentti], [<http://www.eco-paronen.fi/uploads/files/N9215fi.pdf>] 10.10.2010
- /13/ Siemens, Modulaariset automaatioyksiköt, [WWW-dokumentti], [<http://www.eco-paronen.fi/uploads/files/PXC64-U.pdf>] 8.10.2010

- /14/ Siemens, Siemens rakennusautomaatiojärjestelmät, [WWW-dokumentti],  
[<http://www.siemens.fi/fi/industry/talotekniikka/rakennusautomaatio.htm>] 6.10.2010
- /15/ Siemens, Vastustamattomasti DESIGO, [PDF-dokumentti],  
[[http://www.siemens.ee/wwwas/cms4ad.nsf/02900E6762CF77C1C2257065002A1EB2/\\$file/DESIGO%20esite.FIN%20pdf.pdf](http://www.siemens.ee/wwwas/cms4ad.nsf/02900E6762CF77C1C2257065002A1EB2/$file/DESIGO%20esite.FIN%20pdf.pdf)] 10.10.2010
- /16/ Sähkötieto ry, ST-käsikirja 17, Rakennusautomaatiojärjestelmät, 2. painos, Sähkötieto ry, 2001
- /17/ Sähkötieto ry, ST 701.60, Kenttäväyläteknikka, Sähkötieto ry, 2009

## 9. LIITELUETTELO

LIITE 1	Tuoteluetteloesimerkki
LIITE 2	Oppimisympäristön sijoittuminen laboratoriotilaan
LIITE 3	Tasopiirustus oppimisympäristöstä

## Tuoteluetteloesimerkki

Alla on listattu opinnäytetyön toiminnallisuuden aikaansaamiseksi tarvittavat komponentit ABB:n tuoteluettelosta katsottuna.

### Keskukseen sijoitettavat komponentit

Nimike	Tyyppi	Huom.
Virtalähde 640 mA kuristimella	SV/S30.640.5	
Virtalähde 24 VDC, 2,5 A	CP-D24/2.5	Tarvitaan Busch-priOn TFT-näytölle
Binäärivastaanotin, 8 x 32 V, potentiaalivapaa	BE/S8.20.1	
Kytkeyksikkö 4 x 10 A	SA/S4.10.1	
USB-portti DIN	USB/S1.1	
LAN-gateway TCP/IP	6186-L	
Telephone Gateway	TG/S 3.1	Ei löytynyt suomen valikoimista.

### TFT-näyttö

Nimike	Tyyppi	Huom.
Värinäyttö ohjauskiekolla priOn, valkoinen	6344-24G	
2-osainen aluslevy priOn	6346/11	
Väyläliitäntäyksikkö priOn TFT-näyttö	6120/13	
Yläpäätykappale priOn, valkoinen	6348-24G	
Alapäätykappale priOn, valkoinen	6349-24G	

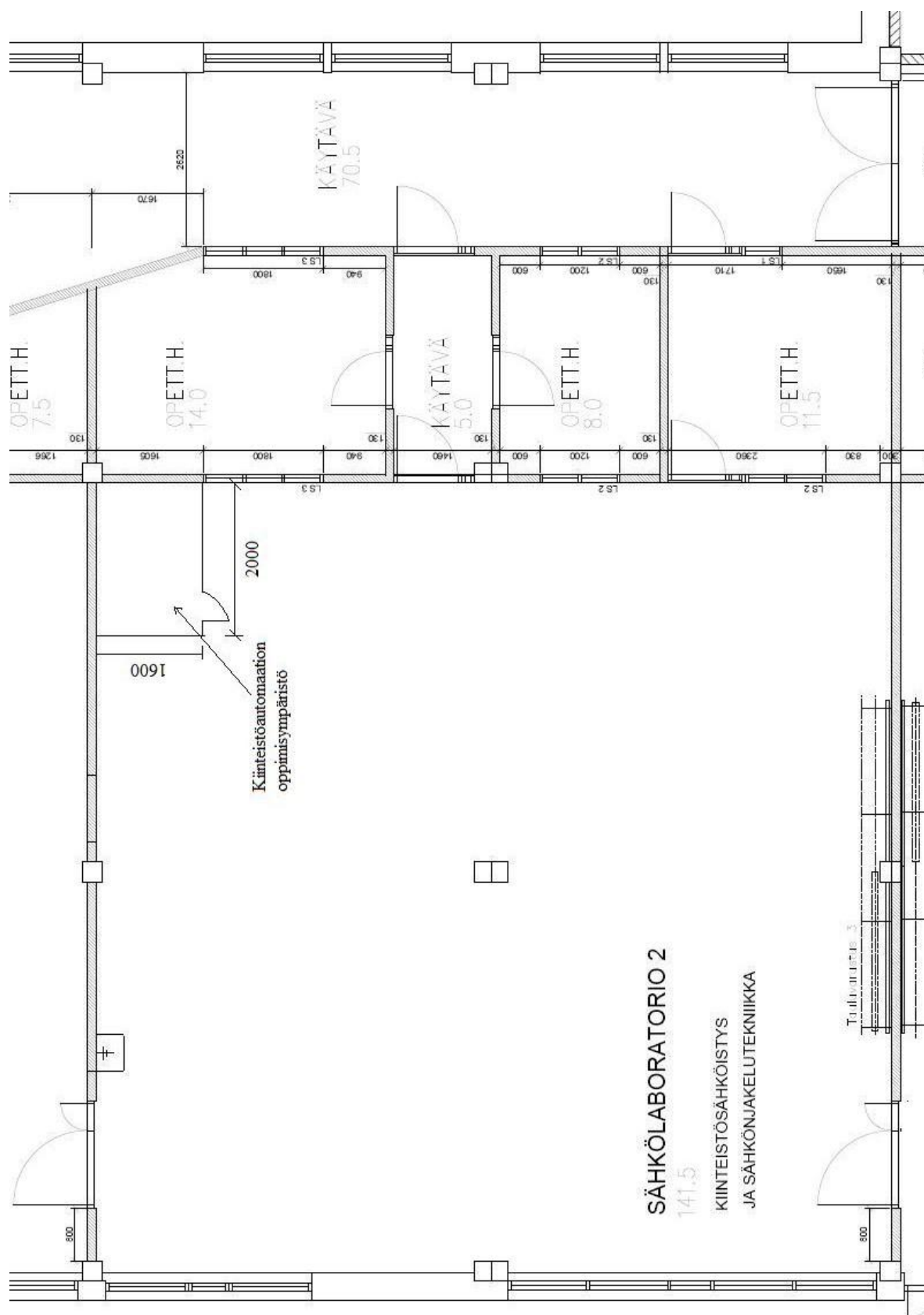
**Painikkeet ja huonetermostaatti**

<b>Nimike</b>	<b>Tyyppi</b>	<b>Huom.</b>
3-osainen painiketaulu Busch-triton® termost., valkoinen	6326-24G-101	Käytetään kaksi painiketta valaistuksen ohjaukseen. Yksi jää vapaaksi.
3-osainen painiketaulu Busch-triton®, valkoinen	6322-24G-101	Painikkeet tilanneohjauk- seen sekä hälytysten kuitta- ukseen
Väyläliitântäyksikkö	6120U-102	Tarvitaan yksi kappaletta molemmille painiketauluille (yht. 2 kpl)

**Tunnistimet**

<b>Nimike</b>	<b>Tyyppi</b>	<b>Huom.</b>
Läsnäoloilmaisoin 360°, valkoinen	6131-74-102	
Väyläliitântäyksikkö	6120U-102	
Jussi-kosteusvahti	FEH2100	
Muuntaja kosteusvahdille	FLM1000	
Teippianturi, pituus 2 m	FLA2100.02	

## Oppimisympäristön sijoittuminen laboratoriotilaan



- |   |                              |
|---|------------------------------|
|  | 3-os. painiketaulu           |
|  | 3-os. painiketaulu, termost. |
|  | Värinäyttö ohjauskiekkolla   |
|  | eib Läsnaölilmaisin          |
|  | Kosteusvahti                 |
|  | Muuntaja kosteusvahdille     |

TUNN.	LUKUM.	MUUTOS			NIMIM.	PVM
K.OSA/KYLYÄ	KORTT./TILA	TONITTI	RN: 0			
OPPIMISYMPÄRISTÖ				TASOPIIRUSTUS		
				MK:		
				SÄH	TYÖN N:0	MUUTOS
					PIIRUSTUKSEN N:0	
PIIRT. JPA	SUUNN.					
PVM. 6.4.2011	TARK.					